

“Στέβια ως φυτό για την παραγωγή εναλλακτικής γλυκαντικής ουσίας”

Γεωργιάδου Αίγλη



Μεταπτυχιακή διατριβή



ΒΟΛΟΣ 2010

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**“Στέβια ως φυτό για την παραγωγή
εναλλακτικής γλυκαντικής ουσίας”**

Γεωργιάδου Αίγλη

Εξεταστική Επιτροπή

Π. Γιαννούλη

Επιβλέπων Καθηγήτρια,
Επίκουρη Καθηγήτρια
Τεχνολογίας και
Ελέγχου Ποιότητας και
Ασφάλειας Τροφίμων

Εμ.Βαρδαβάκης

Μέλος Επιτροπής,
Επίκουρος Καθηγητής
Συστηματικής
Βοτανικής

Ι. Μποζιάρης

Μέλος Επιτροπής,
Επίκουρος Καθηγητής
Υγιεινής και Συντήρησης
Ιχθυηρών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στο να καταστεί δυνατή η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην κα. Γιαννούλη Περσεφόνη, Επιβλέποντα Επίκουρη Καθηγήτρια Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας και Ασφάλειας Τροφίμων του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και των μετρήσεων, για τον χρόνο που αφιέρωσε για τη διόρθωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου, καθώς επίσης και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Πολλές ευχαριστίες μου επίσης θα ήθελα να εκφράσω προς τους κυρίους Βαρδαβάκη Εμμανουήλ, Επίκουρο Καθηγητή Συστηματικής Βοτανικής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και, Μποζιάρη Ιωάννη, Επίκουρο Καθηγητή Υγιεινής και Συντήρησης Ιχθυηρών του Τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή, για τις πολύτιμες υποδείξεις και διορθώσεις καθώς και για τον χρόνο που αφιέρωσαν για την διόρθωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου. Τον κύριο Ιωάννη Μποζιάρη, ευχαριστώ επιπρόσθετα για την ευγενή παραχώρηση της συσκευής αναλυτή δομής ADMET's eXpert-D DIGITAL CONTROLLER και τις πολύτιμες υποδείξεις για τη χρήση του.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κ. Λόλα Πέτρο, Καθηγητή Ζιζανιολογίας και Φυσιολογίας Φυτού του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με το φυτό της στέβιας, την βοήθεια εγκατάστασης της όπως επίσης την βοήθεια και την πολύτιμη και συνεχή καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος στο Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και σύνταξης της μεταπτυχιακής διατριβής μου.

Ευχαριστώ ακόμη τον κ. Σουίπα Σπύρο, υπεύθυνο Γεωπόνο του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο για τη πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε στο πειραματικό στάδιο της μεταπτυχιακής διατριβής μου, κατά την εγκατάστασης της καλλιέργειας της στέβιας στο αγρόκτημα καθώς και την επίβλεψη της στη συνέχεια καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Θα ήταν παράληψη μου να μην ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου και ιδιαίτερα τις φίλες μου Άννα Αλεξάνδρου, Μαρία Θεοφάνους, Αναστασία Κουτζουράδη, Κατερίνα Μόλλα, Αλεξάνδρα Σολωμού, και Νίκη Φωτιάδου για την συμπαράσταση και την αγάπη τους καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους γονείς μου για την ηθική υποστήριξη και την αγάπη, που μου προσέφεραν όλα τα χρόνια των σπουδών μου και όχι μόνο έτσι ώστε να περατωθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

**Αφιερώνεται στους γονείς μου, που μου
συμπαραστέκονται σε κάθε στιγμή της
ζωής μου και με έκαναν τον άνθρωπο που
είμαι σήμερα.**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

Η εργασία αναφέρεται σε μια ενδεχόμενη νέα καλλιέργεια τη στέβια (*Stevia rebaudiana*) και πραγματοποιήθηκε το 2009 στο Αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Μελετήθηκαν 5 πληθυσμοί με διαφορετική προέλευση ως προς την καλλιέργεια και παραγωγή του σπόρου τους και συγκεκριμένα από Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Διετή Φυτεία (φυτά ηλικίας 2 ετών με προέλευση από Βελεστίνο, επέζησαν στις θερμοκρασίες του χειμώνα και η αναβλάστηση αρχίζει την επόμενη Άνοιξη συνήθως το Μάρτιο).

Σε όλους τους πληθυσμούς πάρθηκαν οι παρατηρήσεις: 1) Ύψος φυτού στις 30 και 60 ημέρες από τη μεταφύτευση (ΜΑΜ) και στη συγκομιδή, 2) Χλωρό βάρος βλαστού, φύλλων και φυτού στις 30 – 60 (ΜΑΜ) και στη συγκομιδή, 3) Ξηρό βάρος βλαστού, φύλλων και φυτού στις 30 – 60 (ΜΑΜ) και στη συγκομιδή, 4) Περιεκτικότητα επί τοις % σε στεβιοσίδη (Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη Α) σε κάθε πληθυσμό στη συγκομιδή πάρθηκαν δείγματα φύλλων τα οποία μετά την ξήρανση και το άλεσμα τους αναλύθηκαν για τη συγκέντρωση της γλυκαντικής ουσίας τους (Στεβιοσίδη, Ρεμπαουδιοσίδη Α και στεβιοσίδη) στο Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) και ειδικότερα στην Ερευνητική Μονάδα του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων στην Αθήνα., 5) Γενικές Παρατηρήσεις: (Προσβολές, Ανθίσεις, Σποροποίηση κ.ά.)

Βρέθηκε ότι τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν διέφεραν μεταξύ των πληθυσμών και στους τρεις χρόνους παρατηρήσεων 30, 60 ημέρες από τη μεταφύτευση και στη συγκομιδή.

Το ύψος φυτού στις 30 ημέρες ήταν μεγαλύτερο στο πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνο και ακολουθούσαν με τη σειρά οι πληθυσμοί προέλευσης Κιλκίς, Κατερίνη, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) και Καρδίτσα. Η ίδια σειρά παρατηρήθηκε και στις 60 ημέρες, με μόνη διαφορά ότι υψηλότερος ήταν ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα. Στη συγκομιδή τα υψηλότερα φυτά παρατηρήθηκαν στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Καρδίτσα Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κατερίνη, Βελεστίνο και Κιλκίς 68,5, 66,3, 64,9, 64,6 και 62,9 cm, αντίστοιχα.

Το μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους στις 30 ΜΑΜ παρατηρήθηκε με τη σειρά στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Καρδίτσα. Η ίδια σειρά παρατηρήθηκε στο χλωρό βάρος φύλλων, με τέταρτο τον

πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνο. Στις 60 MAM το χλωρό βάρος στελέχους ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Κατερίνη και Βελεστίνο, ενώ στους πληθυσμούς προέλευσης στο χλωρό βάρος φύλλων το Κιλκίς ήταν τέταρτο και πέμπτη τη Κατερίνη. Στη συγκομιδή το μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους στους πληθυσμούς προέλευσης ήταν, με τη σειρά Καρδίτσα, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), με ίδια βάρη Κατερίνη και Κιλκίς, και Βελεστίνο οι οποίες έδωσαν 209, 199, 186, 186 και 170 g/ φυτό, αντίστοιχα. Στο χλωρό βάρος φύλλων στη συγκομιδή η σειρά που παρατηρήθηκε στους πληθυσμούς προέλευσης ήταν Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Βελεστίνο και Κατερίνη με τιμές 240, 236, 208, 197 και 195 g/φυτό, αντίστοιχα.

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους στις 30 ημέρες παρατηρήθηκε με τη σειρά στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, με τα ίδια βάρη Κατερίνη και Καρδίτσα, και Κιλκίς, στο ξηρό βάρος φύλλων στους πληθυσμούς προέλευσης (χαρακτηριστικό ιδιαίτερα επιθυμητό) τρίτο ήταν το Κιλκίς, τέταρτη τη Κατερίνη και πέμπτη τη Καρδίτσα. Στις 60 MAM το ξηρό βάρος στελέχους ήταν μεγαλύτερο, με τη σειρά στους πληθυσμούς προέλευσης Κιλκίς, Βελεστίνο, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κατερίνη και Καρδίτσα, ενώ στους πληθυσμούς προέλευσης στο ξηρό βάρος φύλλων δεύτερη ήταν η προέλευση Καρδίτσα, τρίτη η προέλευση Βελεστίνο και τέταρτο το Κιλκίς. Στη συγκομιδή το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους ήταν, με τη σειρά στους πληθυσμούς προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο και Κιλκίς (74, 70, 69, 68 και 66 g/ φυτό, αντίστοιχα). Στο ξηρό βάρος φύλλων στη συγκομιδή η σειρά που παρατηρήθηκε στους πληθυσμούς προέλευσης ήταν, Κιλκίς και Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) με ίδια βάρη, Καρδίτσα, Βελεστίνο και Κατερίνη (64, 64, 57, 55 και 54 g/ φυτό, αντίστοιχα).

Οι μεγαλύτερες τιμές χλωρού και ξηρού βάρους φυτού στις 30 ημέρες παρατηρήθηκαν στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Καρδίτσα. Στις 60 MAM το χλωρό βάρος φυτού ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Κιλκίς, Βελεστίνο και Κατερίνη. Η ίδια σειρά παρατηρήθηκε στο ξηρό βάρος φυτού, αλλά με τέταρτο το πληθυσμό προέλευσης Καρδίτσα. Στη συγκομιδή το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φυτού ήταν, με τη σειρά στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κιλκίς, Καρδίτσα, Βελεστίνο και Κατερίνη 439, 427, 421, 385 και 377 g/φυτό, αντίστοιχα. Στο ξηρό βάρος φυτού στη συγκομιδή η σειρά που παρατηρήθηκε στους

πληθυσμού προέλευσης ήταν, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Κιλκίς, Κατερίνη και Βελεστίνο με βάρη 133, 131, 130, 124 και 123 g/φυτό, αντίστοιχα.

Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα επί τοις % σε Στεβιοσίδη στη συγκομιδή, παρατηρήθηκε με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Κιλκίς και Κατερίνη με την ίδια περιεκτικότητα, Καρδίτσα, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) και Βελεστίνο. Στη Ρεμπαουδιοσίδη Α η σειρά στους πληθυσμούς προέλευσης ήταν Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη και Κιλκίς. Η συνολική περιεκτικότητα σε γλυκαντικές ουσίες (στεβιοσίδη) στη συγκομιδή στους πληθυσμούς προέλευσης ήταν Κατερίνη, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κιλκίς, Καρδίτσα, Βελεστίνο με περιεκτικότητα 9,2, 9,1, 9, 8,9 και 7,8 %, αντίστοιχα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

Στην ερευνητική αυτή εργασία μελετήσαμε την αντικατάσταση των γλυκαντικών ουσιών (κρυσταλλικής ζάχαρης, υγρής γλυκόζης και φρουκτόζης) σε πηκτές ζελατίνης συγκεντρώσεων 2% w/w και 4% w/w από στεβιοσίδη (γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τις γλυκαντικές ουσίες στα φύλλα της στέβιας), έτσι ώστε να μελετηθούν οι αλλαγές στην ποιότητα τους και κυρίως στις μηχανικές τους ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα στην έρευνα αυτή μελετήθηκε η επίδραση των υδατοδιαλυτών συστατικών της στεβιοσίδης στη δομή και υφή δειγμάτων ζελατίνης.

Συγκεκριμένα τα δείγματα μας ήταν υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w, τα οποία παρασκευάστηκαν σε θερμαινόμενη πλάκα και επίσης υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w μαζί με διαφορετικές γλυκαντικές ουσίες δηλαδή κρυσταλλική ζάχαρη, φρουκτόζη και υγρή γλυκόζη με συγκέντρωση 5% w/w και 20% w/w, αντίστοιχα, συνολικού βάρους 100g. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν 5g (5% w/w) στεβιοσίδη σε αντίστοιχα υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w συνολικού βάρους 100g. Κατά τον ίδιο τρόπο παρασκευάστηκαν υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w με στεβιοσίδη των 0,02g και 0,075g συνολικού βάρους 100g. Αυτές οι ποσότητες αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w και 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη. Μετά τη παρασκευή τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στην ψύξη στους 5°C σε διαφορετικές χρονικές περιόδους μέχρι και επτά ημέρες. Η συσκευή του αναλυτή δομής ADMET's eXpert-D DIGITAL CONTROLLER χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις δομής και η Ρεολογία ως μέθοδος.

Γενικά, όταν στα υδατικά μίγματα ζελατίνης η στεβιοσίδη αντικαταστήσει άλλες γλυκαντικές ύλες, δημιουργούνται διαφορετικές μηχανικές δομές (ελαστικότητα, ευθραυστότητα και δύναμη παραμόρφωση) οι οποίες είναι ανάλογες της συγκέντρωσης στεβιοσίδης. Η συγκεκριμένη έρευνα ασχολήθηκε με την αντικατάσταση της κρυσταλλικής ζάχαρης, της υγρής γλυκόζης και της φρουκτόζης με στεβιοσίδη σε υδατικά μίγματα ζελατίνης. Στην περίπτωση όμως που το ζητούμενο θα είναι η αντικατάσταση με στεβιοσίδη των συγκεκριμένων γλυκαντικών ουσιών που περιέχονται σε τρόφιμα τα οποία είναι εκ φύσεως πολυσύνθετα και πολυφασικά, θα παραστεί η ανάγκη για πιο ευρεία έρευνα που θα στοχεύει στην παραγωγή τροφίμων με την ίδια δομή και πανομοιότυπα χαρακτηριστικά με τα αρχικά. Πιθανώς να αποδειχθεί αναγκαία η προσθήκη άλλων ουσιών

εκτός από τη στεβιοσίδη, όπως για παράδειγμα άλλων βιοπολυμερών για την ενίσχυση αυτής της δομής και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των αρχικών τροφίμων. Το σίγουρο είναι ότι η εισαγωγή στεβιοσίδης στη ζαχαροπλαστική είναι καθ' όλα αναγκαία λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων που προσφέρει έναντι των υπόλοιπων γλυκαντικών ουσιών στην υγεία. Σημαντικά πλεονεκτήματα της στεβιοσίδης είναι οι ιατρικές/θεραπευτικές της ιδιότητες και το γεγονός ότι δεν προσδίδει θερμίδες, γι' αυτό και η χρησιμοποίηση της στα τρόφιμα είναι αναγκαία και αποτελεί καινοτομία ανοίγοντας νέους δρόμους στην επιστήμη, στην παραγωγή και εμπορία τροφίμων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	18
2. ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΣΤΕΒΙΑ	21
2.1 Βοτανική κατάταξη	21
2.2 Καταγωγή	21
2.3 Μορφολογία	22
2.3.1 Φυτό	22
2.3.2 Κοτυληδόνες	22
2.3.3 Ρίζα	23
2.3.4 Στέλεχος	23
2.3.5 Φύλλα	24
2.3.6 Άνθη	25
2.3.7 Σπόρος	25
2.4 Βιολογία	26
2.5 Οικολογία	27
2.5.1 Απαιτήσεις νερού	27
2.5.2 Απαιτήσεις εδάφους	28
2.5.3 Κλιματικές απαιτήσεις	28
2.6 Συγκομιδή	31
2.7 Διαχείριση – Απαιτήσεις σε θρεπτικά	31
2.7.1 Μακροστοιχεία	32
2.7.2 Μικροστοιχεία	33
2.8 Προσβολή από μύκητες-έντομα-ζιζάνια	34
2.9 Προσέλκυση μελισσών και πεταλούδων	35
3. Η ΣΤΕΒΙΑ ΩΣ ΤΡΟΦΙΜΟ	36
3.1 Γενικά	36
3.2 Χημική σύσταση και Θρεπτικά στοιχεία	36
3.3 Δομή	37
3.4 Απομόνωση της γλυκαντικής ουσίας από το φυτό της στέβιας	39
3.5 Ιδιότητες	41

3.6	Οργανοληπτικές ιδιότητες της rebiana	42
3.7	Χρήσεις στα τρόφιμα	43
3.8	Ασφάλεια χρήσης	45
3.9	Μορφές στέβιας στο εμπόριο	45
4.	ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ	48
4.1	Ορισμός	48
4.1.1	Η βιολογική αξία πρωτεϊνών	48
4.1.2	Οι ημερήσιες ανάγκες πρωτεϊνών	49
4.2	Δομή, Κατηγορίες και Ιδιότητες πρωτεϊνών	49
4.2.1	Δομή πρωτεϊνών	49
4.2.2	Κατηγορίες και Ιδιότητες πρωτεϊνών	50
4.3	Ζελατίνη	50
4.3.1	Ορισμός	50
4.3.2	Δομή	51
4.3.3	Πως σχηματίζεται η πηκτή της ζελατίνης	52
4.3.4	Παρασκευές	52
4.3.4.1	Βιομηχανική παρασκευή	52
4.3.4.2	Τρόποι παραγωγής ζελατίνης	52
4.3.5	Ιδιότητες	53
4.3.6	Χρήσεις	54
4.3.6.1	Χρήσεις για τρόφιμα	54
4.3.6.2	Άλλες χρήσεις	54
5.	ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ	55
5.1	Ορισμός	55
5.1.1	Ρόλος των υδατανθράκων στα τρόφιμα	55
5.2	Πηγές υδατανθράκων	55
5.3	Κατηγορίες υδατανθράκων	56
5.3.1	Μονοσακχαρίτες	56
5.3.1.1	Ιδιότητες	57
5.3.2	Ολιγοσακχαρίτες	57
5.3.2.1	Ιδιότητες	57

5.3.3 Πολυσακχαρίτες	58
5.3.3.1 Ιδιότητες	58
5.4 Κρυσταλλική Ζάχαρη	58
5.4.1 Ιδιότητες	58
5.4.2 Μορφές	59
5.4.3 Χημικοί τύποι	59
5.5 Φρουκτόζη	60
5.5.1 Ιδιότητες	60
5.5.2 Χημικοί τύποι	60
5.6 Γλυκόζη	61
5.6.1 Ιδιότητες	61
5.6.2 Χρήσεις	61
5.6.3 Χημικοί τύποι	62
6. ΡΕΟΛΟΓΙΑ	63
6.1 Γενικά	63
6.2 Χαρακτηριστικά της υφής των τροφίμων	64
6.3 Αντικειμενικός προσδιορισμός της υφής - παραμόρφωση, τάση	65
6.4 Κατηγορίες ρεολογικής συμπεριφοράς	66
6.5 Ρεολογικός χαρακτηρισμός των βιοπολυμερικών συστημάτων	67
6.5.1 Πειράματα πίεσης μεγάλης παραμόρφωσης	67
7. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	69
7.1 Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας	69
7.1.1 Περιγραφή Πειράματος	70
7.1.2 Καλλιεργητικές Φροντίδες	70
7.1.3 Παρατηρήσεις	74
7.2 Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα	80
7.2.1 Διαδικασία Πειράματος	81
7.2.2 Μεθοδολογία	82
7.2.3 Υλικά	83
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	85

8.1	Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας	85
8.2	Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα	95
9.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	116
9.1	Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας	116
9.2	Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα	120
10.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	124
10.1	Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας	124
10.2	Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα	128
11.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	130

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στέβια είναι ένα είδος φυτού το οποίο ήταν άγνωστο στην Ελλάδα μέχρι το 2005, όταν άρχισε συστηματική επιστημονική μελέτη για πρώτη φορά και συνεχίζεται έως σήμερα από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας σε συνεργασία με διάφορους φορείς. Έγιναν πειράματα σε παραδοσιακές καπνικές περιοχές όπως Τούμπα Κιλκίς, Καρδίτσα, Δομένικο Ελασσόνας, Ξάνθη, Αγρίνιο, Λαμία, Τρίκαλα, Γρεβενά αλλά και σε άλλες περιοχές (Βελεστίνο), με σκοπό να αποκτηθούν στοιχεία για μια εναλλακτική καλλιέργεια, τα πειράματα αφορούσαν παραγωγή φυταρίων σε παραδοσιακά σπορεία και σε επιπλέοντα (υδροπονικά), λίπανση, αποστάσεις μεταφύτευσης, ζιζανιοκτονία, περιεκτικότητα Στεβιοσίδης και χρόνο συγκομιδής, ανάγκες στέβιας σε νερό, κόστος παραγωγής και Αποδεικτικά. Επιπλέον, τα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν για ενημέρωση – εκπαίδευση καπνοπαραγωγών και νέων αγροτών καθώς και διάφορων φορέων του Δημόσιου και Ιδιωτικού τομέα σχετικά με τη δυνατότητα και τις προοπτικές αυτής της καλλιέργειας (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Η στέβια όπως και ο καπνός είναι ένα ετήσιο, τροπικό, ποώδες, πολύκλαδο, αρκετά λιτοδίαιτο είδος, που παράγει γλυκαντική ουσία έως; 300 φορές γλυκύτερη από τη κρυσταλλική ζάχαρη. Από έρευνα έως τώρα στην Ελλάδα, στην Ισπανία και τον Καναδά αλλά και σε άλλες χώρες φαίνεται ότι ίσως να αποτελέσει ένα δυναμικό προϊόν και μια εναλλακτική καλλιέργεια για την αντικατάσταση του καπνού στις περισσότερες καπνιστικές περιοχές της Ε.Ε. και ειδικότερα στην Ελλάδα όπου με την νέα ΚΓΠ θα περιορισθεί σημαντικά ή θα εγκαταλειφθεί η καπνοκαλλιέργεια. Επίσης, φαίνεται ότι θα αποδώσει ένα ικανοποιητικό εισόδημα στους παραγωγούς που οδηγούνται στη συρρίκνωση και τη μείωση της καπνοκαλλιέργειας, ενώ αποτελεί ελπίδα και για τους παραγωγούς ζαχαρότευτλων μετά τις αποφάσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (Λόλας, Π.Χ., 2007; <http1>).

Λέγοντας στέβια εννοείται το είδος *Stevia rebaudiana* γιατί είναι το μόνο ανάμεσα στα 250 και πλέον είδη με ικανοποιητική και οικονομικά εκμεταλλεύσιμη περιεκτικότητα σε στεβιοσίδη στα φύλλα της. Η στεβιοσίδη είναι γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τις γλυκαντικές ουσίες στα φύλλα της στέβιας, Η Στεβιοσίδη είναι η μια και συγκεκριμένη γλυκαντική ουσία από τις άλλες επιμέρους, όπως είναι η Ρεμπαουδιοσίδη, η Δουλκοσίδη και άλλες (Λόλας, Π.Χ., 2009). Οι γλυκαντικές ουσίες της στέβιας είναι γλυκύτερες από τη ζάχαρη, χωρίς θερμίδες, που χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική, αλλά και ως συμπλήρωμα διατροφής, αντικαθιστώντας τη σακχαρίνη και τις συνθετικές γλυκαντικές

ουσίες (π.χ. ασπαρτάμη), ενώ μπορεί να καταναλωθεί άφοβα και από διαβητικούς. Εκτός από τη χρήση της γλυκαντικής ουσίας, τα φύλλα στέβιας χρησιμοποιούνται χλωρά για δροσερή αναπνοή, ενώ γίνεται εξαιρετικό λικέρ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων και αναψυκτικών. Η στέβια σε γλάστρα ή σε μεγαλύτερη καλλιέργεια στο χωράφι φτάνει σε ύψος 60cm. Στον τόπο καταγωγής της φυτρώνει σε αμμώδη, μικρής γονιμότητας εδάφη, στις όχθες των ποταμών και δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα. Φαίνεται ότι πρόκειται για μια ιδιαίτερα προσοδοφόρα καλλιέργεια καθώς εμφανίζει συγκρατημένο κόστος παραγωγής λόγω των μειωμένων ποτισμάτων που απαιτεί, ενώ δεν έχει εμφανίσει μέχρι σήμερα προβλήματα από έντομα ή ασθένειες, άρα δεν υπάρχει ανάγκη σε ψεκασμούς με αποτέλεσμα να είναι εξαιρετικά εύκολο να ενταχθεί στις βιολογικές καλλιέργειες. Η καλλιέργεια του είδους αυτού μοιάζει πάρα πολύ με την καπνοκαλλιέργεια τόσο ως προς τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, όσο και την παραγωγή φυταρίων (σπορεία-παραδοσιακά, επιπλέοντα), λίπανση, αποστάσεις μεταφύτευσης, απαιτήσεις σε άρδευση, συγκομιδή (με κοπή), αποξήρανση, κ.ά. (Λόλας, Π.Χ., 2009; <http1>).

Οι Ινδιάνοι της φυλής Γκουαράνι εμφανίζεται να χρησιμοποιούν τα φύλλα της στέβιας ως γλυκαντική ουσία προ-Κολόμβου, πριν από το 1887. Το 1887 ο Antonio Bertoni ένας φυσικός επιστήμονας από την Νότιο Αμερική ήταν ο πρώτος που την <<ανακάλυψε>>. Ο Bertoni αρχικά χαρακτήρισε αυτά τα φυτά σαν *Eupatorium rebaudianum* Bertoni αλλά αργότερα καταχωρήθηκε στο γένος *Stevia* (1905). Υπολογίζεται ότι υπάρχουν πάνω από 80 γνωστά άγρια είδη *Stevias* που καλλιεργούνται στη Βόρεια Αμερική και ίσως τουλάχιστον 200 επιπρόσθετα αυτοφυή είδη στη Νότια Αμερική. Από αυτά μόνο η *Stevia rebaudiana* και άλλα είδη που τώρα εξαλείφθηκαν φαίνεται να έχουν την φυσική γλυκύτητα η οποία διακρίνει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Το μυστικό βρίσκεται σε ένα σύνθετο μόριο αποκαλούμενο στεβιοσίδη που είναι γλυκοζίτης αποτελούμενο από γλυκόζη, σοφορόζη και στεβιόλη. Είναι αυτό το σύνθετο μόριο και διάφορες άλλες σχετικές ενώσεις που αποτελούν την εξαιρετική γλυκύτητα της στέβιας. Το φυτό με τη φυσική του μορφή είναι περίπου 10-15 φορές πιο γλυκό από την κρυσταλλική ζάχαρη . Τα εκχυλίσματα της στέβιας υπό μορφή στεβιοσίδης μπορεί να κυμανθούν από 100-300 φορές πιο γλυκά από την κρυσταλλική ζάχαρη. Και το καλύτερο από όλα σύμφωνα με τους περισσότερους εμπειρογνώμονες δεν έχει επιπτώσεις σε σύγκριση με τη κρυσταλλική ζάχαρη στο μεταβολισμό και την περιεκτικότητα του

αίματος σε κρυσταλλική ζάχαρη. Μερικές μελέτες αναφέρουν ότι η στέβια μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος στους κανονικούς ενήλικες (Richard, D., 1999).

Ο σκοπός της εργασίας είναι διπλός: α) να μελετηθεί στον αγρό η περιεκτικότητα επί τοις % σε στεβιοσίδη (Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη Α) στη συγκομιδή, 5 πληθυσμών διαφορετικής προέλευσης και συγκεκριμένα από Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Διετή Φυτεία (Βελεστίνου), β) να αντικατασταθούν γλυκαντικές ουσίες (κρυσταλλική ζάχαρη, υγρή γλυκόζη και φρουκτόζη) που χρησιμοποιούνται σήμερα στα τρόφιμα από στεβιοσίδη σε μοντέλα τροφίμων έτσι ώστε να μελετηθούν οι αλλαγές στην ποιότητα τους και κυρίως στις μηχανικές τους ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα στην έρευνα αυτή θα μελετήσουμε την επίδραση των υδατοδιαλυτών συστατικών της στεβιοσίδης στη δομή και υφή δειγμάτων ζελατίνης.

2. ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΣΤΕΒΙΑ

2.1 Βοτανική κατάταξη

Το όνομα του γένους *Stevia* δόθηκε προς τιμή του Ισπανού βοτανολόγου Dr. Petre James Esteve, ο οποίος έζησε πριν το 1516, ενώ το είδος *rebaudiana* ονομάστηκε προς τιμήν του Παραγουανού χημικού Dr. Rebaudi, ο οποίος ήταν ο πρώτος που απομόνωσε την ουσία που κάνει τα φύλλα της στέβιας τόσο γλυκά.

Ανήκει στην οικογένεια Asteraceae, όπως και ο ηλίανθος, το χαμομήλι, η μαργαρίτα κ.ά.

Στην αρχή είχε καταταχθεί στο γένος *Eupatorium* και επιθετικό είδος *rebaudianum*, αλλά το 1905 ο Bertoni το μετονόμασε σε *Stevia rebaudiana*. Προς τιμή του φαίνεται το όνομα του στην ονομασία της στέβιας, *Stevia rebaudiana* (Bertoni) (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Η βοτανική κατάταξη της στέβιας φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Βοτανική κατάταξη της στέβιας (Λόλας, Π.Χ., 2009)

Βασίλειο	Plantae
Διαίρεση	Magnoliophyta (Sporophyta)
Κλάση	Magnoliopsida
Υπόκλαση	Asteridae
Τάξη	Asterales
Οικογένεια	Asteraceae
Υποοικογένεια	Asteroideae
Γένος	<i>Stevia</i>
Είδος	<i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni)
Συνώνυμο	<i>Eupatorium rebaudianum</i>

2.2 Καταγωγή

Η στέβια κατάγεται από την Λατινική Αμερική και καλλιεργείται σε χιλιάδες στρέμματα στην Παραγουάη, τη Βραζιλία και την Αργεντινή. Καταναλώνεται σε μεγάλες ποσότητες στον Καναδά, στην Αυστραλία, στην Ιαπωνία, στην Κορέα, στο Ισραήλ και στη Μαλαισία. Η Ευρωπαϊκή Ένωση την εξετάζει ως εναλλακτική καλλιέργεια και την προτιμά

από την ασπαρτάμη. Στην Ελλάδα γίνονται πειράματα σε παραδοσιακές καπνιστικές περιοχές όπως Βελεστίνο, Τούμπα Κιλκίς, Καρδίτσα, Δομένικο Ελασσόνας, Ξάνθη, Αγρίνιο, Λαμία, με σκοπό να μελετηθεί η αποδοτικότητα της στις διάφορες περιοχές για να αποτελέσει ένα δυναμικό προϊόν και μια εναλλακτική καλλιέργεια (Λόλας, Π.Χ., 2009; [http1](#)).

Η στέβια πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Σπέρνεται σε σπορεία (Φεβρουάριο-Μάρτιο) και μεταφυτεύεται όπως και ο καπνός από τον Μάιο και συλλέγεται τον Σεπτέμβριο, ενώ όλη η καλλιέργεια είναι μηχανική και απαιτούνται λίγα εργατικά χέρια (Λόλας, Π.Χ., 2007).

2.3 Μορφολογία

2.3.1 Φυτό

Είναι ετήσιο ποώδες, τροπικό και πολύκλαδο φυτό που προέρχεται από τον Λατινική Αμερική (Εικόνα 1). Σύμφωνα με τους Tateo, F. et al. (1998) υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, κυρίως των φύλλων και των στελεχών (Zaidan, L.B.P. et al., 1980). Αποδείχτηκε ότι υπάρχουν 3 κλάσεις φωτοπεριόδου βασισμένες στο μήκος της ημέρας οι οποίες χρειάζονται περαιτέρω έρευνα για καταλληλότητα των προϋποθέσεων καλλιέργειας σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.



Εικόνα 1: Φυτό στέβιας ([http2](#))

2.3.2 Κοτυληδόνες

Οι κοτυληδόνες (Εικόνα 2) είναι σχεδόν στρογγυλές και μοιάζουν πολύ με εκείνες του καπνού, διαστάσεων περίπου 0,5cm (Λόλας, Π.Χ., 2009).



Εικόνα 2: Κοτυληδόνες στέβιας (Λόλας, Π.Χ., 2009)

2.3.3 Ρίζα

Σύμφωνα με τον Schmeling (1967) η ρίζα έχει ινώδη υφή, είναι σχεδόν θυσσανώδης, πολυετής και έχει πολλές πλάγιες ρίζες. Είναι φυτό με πλούσιο ριζικό σύστημα και η ρίζα δεν προχωράει σε μεγάλο βάθος αλλά είναι επιφανειακή. Είναι το μόνο τμήμα του φυτού που δεν περιέχει στεβιοσίδη (Vargas, R., 1980; Zaidan, L.B.P. et al, 1980). Σύμφωνα με τον Tairiarol, D.R. (2004) οι κύριες ρίζες συναθροίζονται στην επιφάνεια του εδάφους ενώ οι λεπτότερες σε βαθύτερη ζώνη (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Ρίζα στέβιας (Λόλας, Π.Χ., 2009)

2.3.4 Στέλεχος

Το στέλεχος είναι ετήσιο εύθραυστο και πολύκλαδο (Sakaguchi, M. et al., 1982). Έχει ημιξηλώδες στέλεχος, 5-10 ή/και περισσότερους, ακόμα και 20 ανά φυτό (Εικόνα 4). Ο αριθμός των στελεχών εξαρτάται από τις καλλιεργητικές πρακτικές, τις συνθήκες

αύξησης και την ηλικία του φυτού. Σε φυτά δύο ή περισσότερων ετών (επιζούν από τη μία χρονιά στην άλλη) το στέλεχος που προέρχονται από την αναβλάστηση κάθε Άνοιξη (συνήθως το Μάρτιο) είναι περισσότεροι από ότι σε φυτά του έτους. Το στέλεχος όσο είναι ποώδης φέρουν πυκνό κοντό ασπριδερό τρίχωμα. Στη το στέλεχος φτάνουν το ύψος των 50-80cm στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής (Λόλας, Π.Χ., 2009).



Εικόνα 4: Στέλεχος στέβιας (<http3>)

2.3.5 Φύλλα

Τα πρώτα φωτοσυνθετικά όργανα σχηματίζονται μετά από το φύτευμα των 2 κοτυληδόνων που υπάρχουν στο σπόρο (Εικόνα 5). Το σχήμα τους είναι στρογγυλό. Η στέβια έχει μια εναλλασσόμενη διάταξη φυλλώματος και έχει την τάση να μεγαλώνει σαν θάμνος με τα άνθη διατεταγμένα σε ακαθόριστο σχήμα. Τα φύλλα είναι μικρά, λογχοειδή, επιμήκη, οδοντωτά και γλυκά (Dwivedi, R.S., 1999). Για την στέβια ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) στις 80 ημέρες είναι 4,83 (Fronza, D. et al., 2003).



Εικόνα 5: Φύλλα στέβιας (<http4>)

2.3.6 Άνθη

Το άνθος (Εικόνα 6) είναι αυτοασυμβίβαστο (Chalapathi, M.V. et al., 1997b; Miyagawa, H. et al., 1986) και πιθανών φυτό επικονιαζόμενο με έντομα (Oddone, B., 1997). Τα άνθη είναι μικρά και άσπρα (Dwivedi, R.S., 1999). Η γύρη μπορεί να είναι αλλεργική. Η ταξιανθία είναι κόρυμβος με 2-6 ανθύδια (Goettemoeller, J. et al., 1999). Το φυτό χρειάζεται περισσότερο από 1 μήνα για να παράγει όλα τα άνθη (Taiariol, D.R., 2004).



Εικόνα 6: Ανθισμένο φυτό στέβιας (<http5>)

2.3.7 Σπόρος

Οι Shock, C.C. (1982), Duke, J. (1993) και Carneiro, J.W.P. et al. (1997) αναφέρουν ότι το ποσοστό των βιώσιμων σπόρων της στέβιας είναι χαμηλό. Ο Oddone, B. (1997) παρατήρησε ότι οι <<καθαροί>> σπόροι είναι στείροι. Οι σπόροι έχουν λεπτό αχαίνιο

μήκος 3mm. Η αναπαραγωγή σε αυτοφυή φυτά γίνεται κυρίως μέσω σπόρων αλλά η βιωσιμότητα του σπόρου είναι φτωχή και ασταθής (Lester, T., 1999). Οι σπόροι έχουν πολύ μικρό ενδοσπέρμιο και διασκορπίζονται στον αέρα (Εικόνα 7).

Μια εργασία που ανέλαβε να διερευνήσει την χαμηλή φυτρωτικότητα των σπόρων της στέβιας μέσω μιας μεταχείρισης τεχνητής επικονίασης σαν μια μέθοδο για αύξηση της φυτρωτικότητας του σπόρου φανέρωσε πως κάποιοι χειρισμοί των ανθέων είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί επικονίαση (Goettemoeller, J. et al., 1999).



Εικόνα 7: Σπόρος στέβιας (<http6>)

2.4 Βιολογία

Η στέβια είναι ένα πολυετές φυτό που ζει ή καλλιεργείται, εάν δεν ζημιωθεί από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, για 3-7 χρόνια. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο, με χωρισμό του ριζικού συστήματος και με μοσχεύματα βλαστού. Ως ετήσιο φυτό από σπόρο αρχίζει το βιολογικό του κύκλο σε σπορεία (Φεβρουάριο-Μάρτιο) όπου χρειάζεται περί τις 50-60 ημέρες για να αποκτήσει το μέγεθος για μεταφύτευση. Το φύτευμα γίνεται σε 15 με 20 ημέρες και επηρεάζεται καθοριστικά από τη θερμοκρασία. Μετά τη μεταφύτευση στο χωράφι (Απρίλιο-Μάιο) χρειάζεται γύρω στις 70 με 100 ημέρες για να φτάσει η στέβια στο στάδιο της συγκομιδής. Τον πρώτο μήνα μετά τη μεταφύτευση η στέβια μεγαλώνει αργά, ιδίως αν επικρατήσουν υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία. Παράλληλα, το φυτό αρχίζει την έκπτυξη πλάγιων βλαστών και το αδέλωμα. Όσο περισσότερο πολυδιακλαδώνει ένα φυτό τόσο μεγαλύτερη απόδοση αναμένεται. Ο πολυδιακλαδισμός, εξαρτάται από τις καλλιεργητικές προοπτικές, τις αποστάσεις μεταφύτευσης, τις συνθήκες αύξησης και την ηλικία του φυτού.

Μετά περίπου τις 30 ημέρες η στέβια αρχίζει να μεγαλώνει με γρήγορο ρυθμό και σε 50-60 ημέρες φτάνει στο στάδιο συγκομιδής. Στα φυτά δύο ή περισσότερων ετών

(επέζησαν στις θερμοκρασίες του χειμώνα) η αναβλάστηση κάθε Άνοιξη αρχίζει συνήθως το Μάρτιο και η στέβια μπορεί να δώσει και δεύτερη συγκομιδή.

Η έναρξη της άνθισης παρατηρείται από τις 60-70 ημέρες και μετά και σχετίζεται ισχυρά με τη ποικιλία και τον βιότοπο. Η συμπλήρωση της άνθισης γίνεται σε 30-40 ημέρες και η ωρίμανση του σπόρου χρειάζεται άλλες 20-30 ημέρες. Η συγκομιδή (κοπή του υπέργειου μέρους) στη στέβια γίνεται μόλις αρχίζει η άνθιση (Λόλας, Π.Χ., 2009).

2.5 Οικολογία

2.5.1 Απαιτήσεις Νερού

Η γνώση σε ότι αφορά τις απαιτήσεις νερού στην καλλιέργεια σε διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης προκαλεί υψηλότερη στρεμματική απόδοση και ορθολογική. Οι φυσικοί πληθυσμοί συναντώνται σε περιοχές όπου υπάρχει συνεχόμενη υγρασία αλλά όχι ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης. Η στέβια συνήθως παρατηρείται σε περιοχές όπου υπάρχουν υψηλά ποσοστά υπόγειου νερού ή σε συνεχώς υγρά εδάφη. Δεν απαιτεί συχνή άρδευση ξέροντας πως είναι ευαίσθητη στο stress όταν υπάρχει περίσσεια υγρασίας, σημειώνεται πως η καλλιέργεια προτιμά υγρά εδάφη. Για οικονομική καλλιέργεια της στέβιας η άρδευση είναι απαραίτητη (Donalisio, M.G. et al., 1982). Το φυτό έχει μικρή ανεκτικότητα στο pH έτσι δεν θα πρέπει να αναπτύσσεται με νερό χαμηλής ποιότητας (Shock, C.C., 1982). Η ανάπτυξη του φυτού ήταν άριστη σε εδάφη με περιεκτικότητα νερού της τάξης του 43,0-47,6%. Οι ημερήσιες απαιτήσεις σε νερό κατά μέσο όρο είναι 2,33mm ανά φυτό (Goenadi, D.H., 1983). Επομένως η εξασφάλιση της άριστης ποιότητας νερού με τα φυτά της στέβιας είναι ένας παράγοντας που συσχετίζεται στενά με την καλλιέργεια της (Cerna, K., 2000). Απαιτεί ελεύθερη άρδευση μετά την μεταφύτευση και πριν και μετά τη συγκομιδή των φύλλων (Andolfi, L. et al., 2002). Ο μέσος όρος εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (ETe) μετρήθηκε στα 5,75 mm/ημέρα και η κατανάλωση ήταν υψηλή κατά τη διάρκεια όλου του κύκλου. Η άρδευση με 117% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (ETe) ήταν 13% καλύτερη από το 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας στην απόδοση της στέβιας. Η εξατμισοδιαπνοή κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου χωρίζεται σε 3 μέρη: 6,66 mm/ημέρα (0-25 ημέρα), 5,11 mm/ημέρα (26-50 ημέρα) και 5,49 mm/ημέρα (51-75 ημέρα) στη Βραζιλία (Fronza, D. et al., 2002).

Ο φυσικός συντελεστής της καλλιέργειας K_c είναι το ποσοστό μεταξύ της ενεργού εξατμισοδιαπνοής (ET_e) και της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (ET_p). Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μια παράμετρος ως προς την κρίση της απαίτησης νερού. Ο Gonzalez, R.E. (2000) αναφέρει τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας $K_c = 0,25$ από 0-25 ημέρα, $K_c = 0,56$ από 26-50 ημέρα και $K_c = 0,85$ από 51-80 ημέρα στην Παραγουάη ενώ ο Fronza, D. et al. (2003) αναφέρουν τιμές $K_c = 1,45$, $K_c = 1,14$, $K_c = 1,16$ στην Ιταλία στις προαναφερόμενες φάσεις αντίστοιχα.

2.5.2 Απαιτήσεις Εδάφους

Η εμφάνιση της στέβιας παρατηρείται σε όξινα, άγονα, αμμώδη ή εδάφη με λίπανση κοπριάς, με επάρκεια διαθέσιμου νερού (Shock, C.C., 1982). Το φυτό μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών αλλά έχει μικρή ανεκτικότητα στην αλατότητα και έτσι δεν θα πρέπει να καλλιεργείται σε αλατούχα εδάφη (Chalapathi, M.V. et al., 1997b).

Τα αλατούχα εδάφη παρατηρούνται σε άκρες βάλτων και σε περιοχές όπου στα εδάφη υπάρχει χαμηλός υδροφόρος ορίζοντας. Τα εδάφη αυτά είναι τυπικά άγονα, όξινα και αμμώδη. Η στέβια αναπτύσσεται καλά σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών αρκεί να υπάρχει μια σταθερή ποσότητα υγρασίας και επαρκή στράγγιση. Επιπλέον μπορεί να αναπτυχθεί καλά σε δάση και αλπικές περιοχές (European Commission, 1999).

2.5.3 Κλιματικές Απαιτήσεις

Η στέβια έχει επιτυχώς αναπτυχθεί σε πολλές γεωγραφικές τοποθεσίες σ'όλο τον κόσμο, παρόλο που προέρχονται από τα υψίπεδα της βορειοανατολικής Παραγουάης η οποία βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος μεταξύ 23° και 24° (Shock, C.C., 1982) και γεωγραφικό μήκος 54° και 56° (Alvarez, M., 1984; Bertonha, A. et al., 1984; Monteiro, R., 1986).

Η στέβια αναπτύσσεται σαν πολυετής καλλιέργεια σε υποτροπικές περιοχές συμπεριλαμβανομένων και περιοχών των Η.Π.Α., ενώ αναπτύσσεται σαν πολυετής καλλιέργεια σε περιοχές μέσου και υψηλού γεωγραφικού πλάτους (Goettmoeller, J. et al., 1999).

Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν πως οι αποδόσεις εξαρτώνται από τα γενετικά χαρακτηριστικά του φυτού και την φαινοτυπική έκφραση, η οποία σε τελευταία ανάλυση

εξαρτάται από κλιματικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες (Ermakov, E.I. et al., 1996; Metivier, J. et al., 1979).

Σε σχέση με πολλά φυτά η ανάπτυξη και η άνθηση της στέβιας εξαρτώνται από την ακτινοβολία, το μήκος της ημέρας, την θερμοκρασία και τον άνεμο σε εκτεθειμένες περιοχές (Chen, K. et al., 1978).

Ο Tateo, F. et al. (1999) έχει αναφέρει πως περιβαλλοντικοί και γεωπονικοί παράγοντες ασκούν μεγαλύτερη επιρροή στην παραγωγή στεβιοσίδης παρά στην ανάπτυξη του φυτού. Για καλλιέργεια στέβιας το ιδανικό κλίμα θεωρείται το ημιτροπικό με θερμοκρασιακό εύρος από -6 έως 43°C με μέσο όρο 23°C (Brandle, J.E. et al., 1992).

1) Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία έχει παρατηρηθεί να επηρεάζει την διαθεσιμότητα σε θρεπτικά στοιχεία, το φύτρωμα, την ανάπτυξη του φυτού και των βλαστών, την επιβίωση των χειμώνων, την φωτοπερίοδο και την αναπνοή. Σύμφωνα με τον Sumida, T. (1980) και Sakagunchi, M. et al. (1982) πιστεύεται πως το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας για την ανάπτυξη της στέβιας είναι μεταξύ 15 και 30°C ενώ μπορεί να αντεπεξέλθει σε κρίσιμη θερμοκρασία όπως 0-2°C.

Ο Sakagunchi, M. et al. (1982) αναφέρουν πως το κατώτερο θερμοκρασιακό όριο είναι -3°C. Η διακύμανση της θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας είναι ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας για την παραγωγή στεβιοσίδης. Η καλύτερη ανάπτυξη του φυτού και η απόδοση σε στεβιοσίδα επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία 25/20°C ημέρα/νύχτα (Mizukami, H. et al., 1983).

Σύμφωνα με τον Barathi, N. (2003) η μέγιστη θερμοκρασία την ημέρα δεν πρέπει να ξεπερνά τους 40°C και η ελάχιστη την νύχτα να μην είναι κάτω από 10°C για την ευνοϊκή ανάπτυξη της στέβιας.

2) Γεωγραφική Εξάπλωση

Ο Bertoni, M.S. (1905) έχει περιγράψει το εύρος κατανομής από 22°30' - 25°30' νότιο γεωγραφικό πλάτος και από 55° μέχρι 57° δυτικό γεωγραφικό μήκος, ενώ ο Sunk, T. (1975) περιέγραψε με μεγαλύτερη ακρίβεια από 22° έως 24° νότια και 55° έως 56° δυτικά σε ζώνες με υψόμετρο από 200-700m. Η περιοχή που αναπτύχθηκε πρώτα η στέβια είναι

σε γεωγραφικό πλάτος 25° νότια σε μια ημιτροπική περιοχή στην βορειοανατολική Παραγουάη σε υψόμετρο μεταξύ 500 και 1500 μέτρων με ένα ετήσιο μέσο όρο θερμοκρασίας 25°C και ένα ετήσιο μέσο όρο βροχόπτωσης 1375mm/έτος (Shock, C.C., 1982; Sumida, T., 1973).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (1999) έχει αποφανθεί ότι η στέβια αναπτύσσεται κυρίως σε υψόμετρα από 500-3000m σε ορεινές περιοχές που δεν επικρατεί ούτε μεγάλη υγρασία ούτε υψηλά ποσοστά βροχόπτωσης. Ο πίνακας 2 παρουσιάζει διάφορες περιοχές που αναπτύσσεται η στέβια καθώς και τα κλιματικά τους χαρακτηριστικά.

Πίνακας 2: Διάφορες περιοχές που αναπτύσσεται η στέβια και τα κλιματικά τους χαρακτηριστικά (Midmore, D.J. et al., 2002)

Περιοχή	Γεωγραφικό πλάτος	Βροχόπτωση	Υψόμετρο	Τοπογραφία
Αγ.Πετρούπολη Ρωσία	60 B	-	<200	Πεδιάδα
Βόρεια Κίνα	45 B	600	<200	Πεδιάδα
Καναδά	43 B	-	250-300	-
Κεντρική Κίνα	32 B	2000	<200	Παράκτια
Καλιφόρνια	38 B	-	<200	-
Ταϊλάνδη	18 B	1260	300	Ορεινά
Βραζιλία	23 N	1620	500	Ορεινά
Ινδονησία	7 N	2300	1000	Επικλινή
Παραγουάη	23 N	1620	500	Ορεινά
Μεξικό	25 B	200	<200	Παράκτια

3) Φωτοπερίοδος

Η στέβια είναι πολύ ευαίσθητη στο μήκος της ημέρας και απαιτεί παρουσία φωτός από 12-16 ώρες. Οι φυσικοί πληθυσμοί της στέβιας, σε νότιο γεωγραφικό πλάτος 21°-22° αρχίζουν να ανθίζουν από τον Ιανουάριο μέχρι τον Μάρτιο αντίστοιχα στο βόρειο ημισφαίριο από Ιούλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο. Εάν η στέβια αναπτυχθεί σε θερμοκρασία

25°C κάτω από συνεχόμενες μέρες υψηλής ηλιοφάνειας (16 ώρες φωτοπερίοδο) θα παραμείνει σε βλαστικό στάδιο (Monteiro, W.R. et al., 2001).

Από τις απαιτήσεις σε φωτοπερίοδο μπορούμε να συμπεράνουμε πως η καλλιέργεια σε περιοχές με μεγάλη καλοκαιρινή περίοδο θα ήταν ιδανική για υψηλή απόδοση σε στεβιοσίδη αλλά η παραγωγή σπόρου είναι πολύ δύσκολη (Shock, C.C., 1982).

4) Φως

Η στέβια είναι ένα φυτό που αγαπάει τον ήλιο και ευδοκimeί σε ζεστό, υγρό και ηλιόλουστο κλίμα (Jia, G.N., 1984).

2.6 Συγκομιδή

Ο βέλτιστος χρόνος της συγκομιδής εξαρτάται από την ποικιλία και την αυξανόμενη εποχή. Τα φύλλα συγκομίζονται περίπου 4 μήνες μετά από με την κοπή των φυτών σε περίπου 5-10 εκατ. επάνω από το έδαφος (Donalisio, M.G. et al., 1982). Εντούτοις αυτό πρέπει να γίνει, στο μέγιστο στάδιο βιομάζας της καλλιέργειας, διαφορετικά η μείωση παραγωγής είναι δυνατή (Shuping, C. et al., 1995). Δεδομένου ότι η καλλιέργεια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στη χαμηλή θερμοκρασία, στις κρύες περιοχές, μπορεί να συγκομιστεί πριν από ή στην αρχή του χειμώνα (Columbus, M., 1997).

Κατά τη διάρκεια του ανθίσματος, η στεβιοσίδη απομακρύνεται από τα φύλλα (Bian, Y.M., 1981; Hoyle, F.C., 1992), κατά συνέπεια τα φύλλα πρέπει να συγκομιστούν κατά την διάρκεια εμφάνισης του άνθους (Dwivedi, R.S., 1999) ή πριν ανθίσει (Barathi, N., 2003).

2.7 Διαχείριση – Απαιτήσεις σε θρεπτικά

Οι θρεπτικές απαιτήσεις αυτής της καλλιέργειας είναι χαμηλής (Goenadi, D.H., 1987) συγκράτησης επειδή η καλλιέργεια προσαρμόζεται στα κακής ποιότητας εδάφη στο δικό του φυσικό βιότοπό στην Παραγουάη. Όταν όμως καλλιεργείται για εμπορία, για οικονομικές καλλιέργειες, είναι απαραίτητη η λίπανση με κοπριά (Donalisio, M.G. et al., 1982; Goenadi, D.H., 1985). Δεδομένου ότι το φύλλο είναι το οικονομικό μέρος αυτής της

καλλιέργειας, θεωρείται ότι η υψηλότερη εφαρμογή θρεπτικών στοιχείων μπορεί να βοηθήσει στην υψηλότερη παραγωγή.

Τα ορατά συμπτώματα της θρεπτικής ανεπάρκειας στη στέβια ήταν: N, που παρουσιάζει το κιτρίνισμα των φύλλων, P, ως σκούρα πράσινα φύλλα, και η έλλειψη K προκαλεί χλωρωτικά φύλλα και μωσαϊκό στα φύλλα. Περαιτέρω, η δευτεροβάθμια θρεπτική ανεπάρκεια παρουσίασε, ακραία νέκρωση, χλώρωση και νέκρωση σε αναποδογυρισμένο σχήμα "V", και τα μικρά χλωμά πράσινα φύλλα για το Ca, το Mg, και το S, αντίστοιχα (Utumi, M.M., et al., 1999).

Στις μελέτες καλλιέργειας ιστού, διαπιστώθηκε ότι οι αλλαγές στη σύνθεση του θρεπτικού μέσου μπορούν σημαντικά να τροποποιήσουν τις φυσιολογικές διαδικασίες (Sikach, V.O., 1998) και την παραγωγή της στεβιόλης στους ιστούς της στέβιας και να ασκήσουν με έναν τέτοιο τρόπο το φυσιολογικό κανονισμό αυτής της διαδικασίας (Bondarev, N.I. et al., 1998).

2.7.1 Μακροστοιχεία

Τα αποτελέσματα από την Ιαπωνία απέδειξαν ότι, κατά την διάρκεια της μέγιστης συσσώρευσης ξηρής ουσίας, η στέβια αποτελείται από 1.4% N, 0.3% P και 2.4% K (Katayama, O. et al., 1976). Είναι ένα εξακριβωμένο στοιχείο ότι η εφαρμογή θρεπτικών στοιχείων είναι καλύτερη από τη μη λίπανση με κοπριά και επίσης αποδείχθηκε πειραματικά από τους Murayama, S. et al. (1980) και Goenadi, D.H. (1985), οι οποίοι έλαβαν το καλύτερο ποσοστό αύξησης και την ξηρή φυλλική απόδοση από τη μη λίπανση με κοπριά. Αυτό ενισχύθηκε περαιτέρω από το Lee, J.I. et al. (1980) οι οποίοι είχαν καταγράψει την αύξηση απόδοσης των φύλλων με μέτρια εφαρμογή των λιπασμάτων αζώτου, φωσφόρου και καλίου στην Κορέα

Πρώτες μελέτες με τη θρέψη αζώτου από τους Kawatani, T. et al. (1977) είχαν δείξει μια αύξηση στην ανάπτυξη, στο πάχος του στελέχους, και τον αριθμό των στελεχών. Η αντίδραση στο κάλιο λήφθηκε επίσης από τους Kawatani, T. et al. (1980). Η καλλιέργεια θα απαιτούσε περίπου 105 kg N, 23 kg P και 180 kg K για μια μέτρια απόδοση βιομάζας στα 7500 kg/εκτάριο υπό τις συνθήκες του Καναδά (Brandle, J.E. et al., 1998), προτείνοντας κατά συνέπεια τη σημασία της λίπανσης. Η ανεπάρκεια του N, του K και του Mg μείωσε τη βλαστική ανάπτυξη από την περίοδο της ανάπτυξης των φύλλων, η οποία τελικά μείωσε το εμπορεύσιμο τμήμα του φυτού. Εντούτοις, το Mg εξασθένησε την ανάπτυξη της ρίζας επίσης σε μεγάλη έκταση. Η έλλειψη των N, P, K, και S στο στέλεχος

μείωσε: την αναλογία ξηρού βάρους της ρίζας, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει με την έλλειψη Mg. Εκτός από το Ca, όλα τα άλλα μακροστοιχεία έχουν μειωμένη απορρόφηση (Utumi, M.M. et al., 1999). Αυτή η μελέτη προτείνει ότι μια ισορροπημένη χρήση των λιπασμάτων είναι αναγκαία.

Εκτός από τη βελτίωση στην ανάπτυξη, η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αίγυπτο παρουσίασε βαθμιαία και σημαντική αύξηση στα χλωρά και ξηρά φύλλα, στέλεχος, απόδοση της βιομάζας, και ο συνολικός διαλυτός υδατάνθρακας όπως το λίπασμα του αζώτου αυξήθηκε από 10 έως 30 kg N. Η απόδοση των ξηρών φύλλων αυξήθηκε κατά 64 και 1,99% στην πιο πρόσφατη δόση σε σύγκριση με τη χαμηλότερη δόση (Allam, A.I. et al., 2001).

Εάν οι θρεπτικές απαιτήσεις της καλλιέργειας καθιερώνονταν, θα μας υποδείκνυαν την ανάγκη για λίπανση είτε μέσω οργανικών είτε ανόργανων λιπασμάτων. Αυτό πραγματοποιήθηκε από τον Son, R.O.F. et al. (1997) στη Βραζιλία. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι λίγο πριν ή στο άνθισμα της παραγωγής 1 τόνου ξηρών φύλλων, απαιτούνται σε kg: N- 64,6, P- 7,6, K- 56,1, Ca- 15,8, Mg- 3,6, και S- 3,6. Σύμφωνα με αυτά τα ευρήματα, σε μια «ratoon» καλλιέργεια στη Bangalore, η ανάπτυξη και η απόδοση αυξήθηκε σημαντικά με τα αυξανόμενα ποσοστά του N, του P και του K μέχρι 40:20:30 kg/εκτάριο με την υψηλότερη απόδοση ξηρών φύλλων. Στην Ινδία, απαντήσεις λήφθηκαν την περίοδο όπου οι θρεπτικές ουσίες αναρροφήθηκαν (Chalapathi, M.V. et al., 1997a) από τη λίπανση, την ανάπτυξη και την απόδοση μέχρι 60:30:45 kg NPK εκτάριο⁻¹ (Chalapathi, M.V. et al., 1997b) στη Bangalore. Περαιτέρω, η θρεπτική απαίτηση για την παραγωγή σπόρου είναι ακόμα υψηλότερη από την παραγωγή φύλλων, που αναφέρθηκε στο kg να είναι, N- 130, P- 18,8, K- 131,5, Ca- 43,7, Mg- 8,3, και S- 9,7 (Son, R.O.F. et al., 1997) για 1 τόνο.

2.7.2 Μικροστοιχεία

Φαίνεται να υπάρχει μικρή απαίτηση σε ιχνοστοιχεία. Δεδομένου ότι αυτή η καλλιέργεια προτιμά τα όξινα εδάφη με χαμηλό pH, αυτή η κατάσταση από μόνη της εξασφάλισε επαρκή διαθεσιμότητα των μικροστοιχείων. Εντούτοις, παρατηρήθηκε αντίδραση ακόμη και στα όξινα εδάφη. Το μειωμένο μέγεθος της αντίδρασης της στέβιας σε ιχνοστοιχεία όταν ψεκάστηκε σε ένα όξινο έδαφος την περίοδο του χλωρού βάρους των φυτών ήταν η ακόλουθη: 0.1% Mn > 0.05% Mo > 0.02% Mo > 0.05% Zn > 0.1% B >

0.05% Mn > 0.02% Cu > 0.25% B > 0.2% Zn (Zhao, Y.G., 1985). Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στα θρεπτικά διαλύματα έδειξαν ότι το βόριο που δόθηκε σε 10 ppm μείωσε την ανάπτυξη, το άνθισμα, το βάρος ρίζας, και προκάλεσε επίσης κηλίδες στα φύλλα (Sheu, B.W. et al., 1987). O Filho, L.O.F. et al. (1997) μελέτησαν τις απαιτήσεις των μικροστοιχείων της στέβιας στη Βραζιλία. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι λίγο πριν ή στο άνθισμα της παραγωγής 1 τόνου των ξηρών φύλλων, που απαιτείται σε g: B-89, Cu-26, Fe-638, Mn-207 και Zn-13. Για την παραγωγή σπόρου που αντιστοιχεί σε 1 τόνο των ξηρών φύλλων, η εξαγωγή των μικροστοιχείων σε g: ήταν B-226, Cu-76, Fe-2550, Mn-457 και Zn-33.

Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στα θρεπτικά διαλύματα περιείχαν τέσσερις συγκεντρώσεις των θρεπτικών ουσιών φανερώνοντας ακολούθως αλληλεπιδράσεις πριν την άνθιση. Mn, Fe και Cu παρουσίασαν συνεργιστική επίδραση μεταξύ N και P, P και Cu, και P και Fe; ανταγωνιστική επίδραση μεταξύ N και K, N και Zn, K και Mg, και K και S; και είτε συνεργιστική είτε ανταγωνιστική αλληλεπίδραση μεταξύ Zn και B, και Mn και Mg (Lima, F.O.F. et al., 1997).

2.8 Προσβολές από μύκητες –έντομα-ζιζάνια

Οι μύκητες φαίνεται να μην αποτελούν σημαντικό πρόβλημα, παρόλο που υπάρχουν αναφορές για προσβολές από *Sclerotinia*, *Septoria* καθώς και *Alternaria*. Βέβαια στην Ρωσία, σε χρονικό διάστημα 50 ετών, παρατηρήθηκαν προσβολές από *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium* και *Rhizoctonia*. Σε αυτήν την τροχιά, στην Παραγουάη, ως εν δυνάμει παθογόνοι μύκητες αναγνωρίστηκαν οι ακόλουθοι *Alternaria steviae*, *Septoria steviae*, *Rhizoctonia solani* και *Sclerotinia rolfsii* (Ishiba, C. et al., 1982; Lovering, N.M. et al., 1996 ; Oddone, B., 1999; Zubenko, V.F. et al., 1990).

Κατά ανάλογο τρόπο, τα έντομα φαίνεται να μην αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στην καλλιέργεια της στέβιας. Ειδικότερα η στέβια έδειξε ανθεκτικότητα στις αφίδες, προφανώς λόγω της έντονης γλυκιάς γεύσης της. Επίσης έχει αναφερθεί προσβολή από σαλιγκάρια, μετά από την χειμερία νάρκη, σε νεαρές καλλιέργειες (Metivier, J. et al., 1979; Shock, C.C., 1982).

Τέλος, αναφορικά με τα ζιζάνια, παρατηρούμε ότι τα νεαρά φυτά ανταποκρίνονται θετικά έναντι του ανταγωνισμού των ζιζανίων. Στην συνέχεια, η χημική ζιζανιοκτονία, εκτός από την μηχανική αντιμετώπιση προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά,

αποτελεί απαραίτητη λύση στις μεγάλες εκμηχανισμένες καλλιέργειες. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η χρήση του τριφλουραλίν, στο οποίο παρουσιάζει ανθεκτικότητα η στέβια, η πυκνή φύτευση (άνω των 200.000 φυτών ανά εκτάριο) και η χρήση μαύρου πλαστικού υλικού εδαφοκάλυψης συνιστούν μία ικανοποιητική λύση στην αντιμετώπιση των ζιζανίων (Basuki, S., 1990; Brandle, J.E., 1998).

2.9 Προσέλκυση μελισσών και πεταλούδων

Έχει παρατηρηθεί ότι κατά τη διάρκεια της άνθισης τα φυτά της στέβιας «σκεπάζονται» με μέλισσες γεγονός που δείχνει ότι η στέβια είναι ένα μελισσοκομικό φυτό και θα ήταν ενδιαφέρον να δοκιμασθεί η παραγωγή μελιού. Επιπλέον υπήρχε μεγάλη προσέλκυση από πεταλούδες (Λόλας, Π.Χ., 2009).

3. Η ΣΤΕΒΙΑ ΩΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

3.1 Γενικά

Στέβια είναι ο γενικός όρος που χρησιμοποιείται για τα συστατικά τροφίμων που παράγονται από την *Stevia rebaudiana* (Bertoni). Τα γλυκοζίδια της στεβιόλης είναι ένας ακριβέστερος όρος για μια ομάδα έντονα γλυκών χημικών ενώσεων που προέρχονται από την στέβια. Η Στεβιοσίδη και η Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι τα κυρίαρχα γλυκοζίδια της στεβιόλης που υπάρχουν στην στέβια. Το εμπορικό ενδιαφέρον για τις γλυκαντικές αυτές ουσίες ήταν για πολύ καιρό υψηλό. Τα τεχνικά προβλήματα στη μείωση της πικρής ή παρόμοιας με γλυκόριζα παραμένουσας γεύσης σε συνδυασμό με ρυθμιστικά εμπόδια που προκλήθηκαν από ανεπαρκείς προδιαγραφές και εκκρεμή ζητήματα ασφάλειας εμπόδισαν παλαιότερα την ευρύτερη εμπορευματοποίηση των γλυκοζιδίων της στεβιόλης. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την διαχείριση της κατάλληλης θερμιδικής πρόσληψης καθώς και η ζήτηση των καταναλωτών για περισσότερες επιλογές υποκαταστάτων ζάχαρης οδήγησαν στην υπερνίκηση των τεχνικών και ρυθμιστικών εμποδίων της εμπορευματοποίησης των γλυκοζιδίων της στεβιόλης και της χρήσης τους ως συστατικό των τροφίμων (Carakostas, M.C. et al., 2008; Nabors, L.OB., 2001; Chatsudthipong, V. et al., 2009).

3.2 Χημική σύσταση και Θρεπτικά στοιχεία

Η στέβια περιέχει πάνω από 100 διαφορετικές ουσίες, οργανικές και ανόργανες. Από τις οργανικές ουσίες οι σπουδαιότερες είναι τα γλυκοζίδια, πρωτεΐνες (6,2%), υδατάνθρακες (52,8%), χλωροφύλλες, φυτικές ίνες, καροτένια, φλαβονοειδή (ρουτίνη), πραγματική βιταμίνη Α, βιταμίνη Β, γιββεριλλίνη, λιπίδια (5,6%) και αιθέρια έλαια. Στα λιπίδια και στα αιθέρια έλαια έχουν βρεθεί έως τώρα 53 διαφορετικές ενώσεις. Τα γλυκοζίδια βρίσκονται στα φύλλα, τα στελέχη και τα άνθη, όχι όμως στις ρίζες. Οι ανόργανες ουσίες, αποτελούν περίπου το 13% των συνολικών ουσιών, συγκεκριμένα το Κ υπάρχει στη υψηλότερη συγκέντρωση, γύρω στο 2,6%. Άλλες ανόργανες ουσίες στη στέβια είναι το Ν (1,4%), Ρ (0,3%), Κ (2,4%) και Ca (0,21%), Ρ (0,10%), Mg (0,29%), F (0,0012%), Fe (0,085%), Na, Zn (0,0026%) κ.ά. (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Τα φύλλα της στέβιας επίσης περιέχουν φλαβονοειδή, αλκαλοειδή, υδατοδιαλυτές χλωροφύλλες και ξανθοφύλλες, υδροξυκυκναιμικά οξέα, ουδέτερους υδατοδιαλυτούς

ολιγοσακχαρίτες, ελεύθερα σάκχαρα, αμινοξέα, λιπίδια, βασικά έλαια και ιχνοστοιχεία (Komissarenko, N.F. et al., 1994; Chatsudthipong, V. et al., 2009).

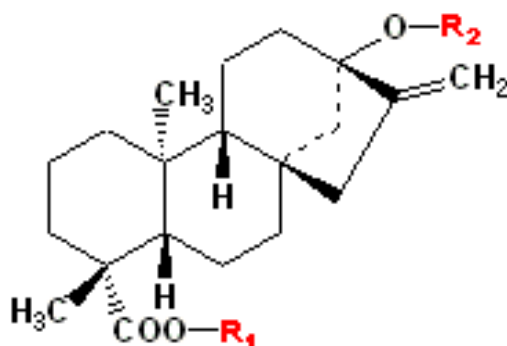
Ο πίνακας 3 παρουσιάζει τα θρεπτικά στοιχεία ανά 100g ξηρού βάρους προϊόντος.

Πίνακας 3: Θρεπτικά στοιχεία ανά 100g ξηρού βάρους προϊόντος (Savita, S. et al., 2004)

Υγρασία (g)	7
Ενέργεια (Kcal)	270
Πρωτεΐνη (g)	10
Λίπη(g)	3
Υδατάνθρακες (g)	52
Τέφρα (g)	11
Ακατέργαστες ίνες (g)	18
Ασβέστιο(mg)	464,4
Φώσφορος (mg)	11,4
Σίδηρος (mg)	55,3
Νάτριο (mg)	190
Κάλιο(mg)	1800
Οξαλικό οξύ (mg)	22945,0
Ταννίνες (mg)	0,010

3.3 Δομή

Η στεβιόλη είναι ένα τετρακυκλικό διτερπένιο και αποτελεί το άγλυκο τμήμα των γλυκοζιδίων που βρίσκονται στα φύλλα στέβιας (Εικόνα 8). Τα γλυκοζίδια της στεβιόλης προκύπτουν με αντικατάσταση του υδρογόνου του καρβοξυλίου (κάτω μέρος του μορίου της στεβιόλης, θέση R1) με γλυκόζη σχηματίζοντας ένα εστέρα και του υδρογόνου του υδροξυλίου (επάνω μέρος του μορίου, θέση R2) με συνδιασμούς μορίων κυρίως γλυκόζης ή ραμνόζης ή ξυλόζης (<http7>).



Εικόνα 8: Η χημική δομή της στεβιόλης (<http8>)

Ο πίνακας 4 παρουσιάζει τη χημική σύσταση των διαφόρων γλυκοζιδίων στα φύλλα στέβιας

Πίνακας 4: Η χημική σύσταση των διαφόρων γλυκοζιδίων στα φύλλα στέβιας (Λόλας, Π.Χ., 2009)

Γλυκαντική ουσία	Θέση 13 (R2) - Ουσία	Θέση 19 (R1) - Ουσία
Στεβιόλη	H	H
Στεβιοσίδη	2 γλυκόζες	1 γλυκόζη
Ρεμπαουδιοσίδη Α	3 γλυκόζες	1 γλυκόζη
Ρεμπαουδιοσίδη Β	3 γλυκόζες	H
Ρεμπαουδιοσίδη C(Δουηκοσίδη Β)	1 γλυκόζη	1 γλυκόζη
Ρεμπαουδιοσίδη D	3 γλυκόζες	2 γλυκόζες
Ρεμπαουδιοσίδη E	2 γλυκόζες	2 γλυκόζες
Ρεμπαουδιοσίδη F	2 γλυκόζες-1 ξυλόζη	1 γλυκόζη
Δουηκοσίδη Α	1 γλυκόζη-1 ραμνόζη	1 γλυκόζη
Στεβιοημπίοσίδη	2 γλυκόζες	H

Τα περισσότερα προϊόντα γλυκοζίδια της στεβιόλης που πωλούνται σήμερα αποτελούνται κυρίως από Στεβιοσίδη ή Ρεμπαουδιοσίδη Α. Τα προϊόντα που περιέχουν ένα υψηλό επίπεδο Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι επίσης γνωστά και ως rebiana. Η rebiana είναι ένα «κοινό και σύνθετο» όνομα για τα συστατικά του γλυκοζιδίου της στεβιόλης που αποτελούνται κυρίως από Ρεμπαουδιοσίδη Α. (Carakostas, M.C. et al., 2008; Chatsudthipong, V. et al., 2009). Η Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι μια φυσική γλυκαντική ουσία χωρίς θερμίδες, 200-300 φορές πιο δραστική από την κρυσταλλική ζάχαρη. Έχει μια καθαρή γλυκιά γεύση με χωρίς σημαντικά ανεπιθύμητα γευστικά χαρακτηριστικά (Prakash, I. et al., 2008; Nabors, L.O.B., 2001; Chatsudthipong, V. et al., 2009). Η Ρεμπαουδιοσίδη Α και η Στεβιοσίδη διαφέρουν στην γλυκαντική ισχύ και στην γεύση. Η Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι η γλυκύτερη από όλα τα συστατικά της στέβιας (π.χ. 30% γλυκύτερη από την Στεβιοσίδη). Συγκριτικά με την Στεβιοσίδη, αυτή η χημική ένωση έχει μεγαλύτερη υδατοδιαλυτότητα, έχει καλύτερες ιδιότητες και υπάρχει σε υψηλότερη συγκέντρωση στα ξηρά φύλλα (Sardesai, V.M. et al., 1991; Nabors, L.O.B., 2001; Chatsudthipong, V. et al., 2009). Το φυτό είναι η πηγή ενός αριθμού γλυκών διτερπενοειδών γλυκοζιτών αλλά τα κύρια γλυκά συστατικά του είναι η Ρεμπαουδιοσίδη Α και Στεβιοσίδη. Η πρώτη είναι πιο δραστική και με πιο ευχάριστη γεύση από τη δεύτερη (Jenner, M.R., 1989).

3.4 Απομόνωση της γλυκαντικής ουσίας από το φυτό της στέβιας

Οι διαδικασίες απομόνωσης της στεβιοσίδης από τα φύλλα της στέβιας σε πιλοτική κλίμακα γίνεται κυρίως με την υγρή εκχύλιση με διαλύτες όπως το χλωροφόρμιο-μεθάνιο, η γλυκερόλη, η γλυκόλη προπυλενίου που ακολουθείται από εξευγενισμό με εκχύλιση σε ένα πολικό οργανικό διαλύτη, αποχρωματισμό, πήξη, χρωματογραφία ανταλλαγής ιόντων και κρυσταλλοποίηση (Kinghorn, A.D. et al., 1985; Pasquel, A. et al., 2000). Ο Pasquel, A. et al. (2000) χρησιμοποίησε μια διαδικασία, η οποία εκτελείται σε 2 φάσεις: α) προεργασία των φύλλων της στέβιας από SCFE (Supercritical fluid extraction) με CO₂, και β) εκχύλιση γλυκοζιδίων στέβιας με SCFE χρησιμοποιώντας μίγμα CO₂ και H₂O, CO₂ και αιθανόλη, και CO₂, H₂O και αιθανόλη. Η προεργασία έγινε σε συνθήκες 200bar και 30°C. Τα γλυκοζίδια πάρθηκαν στα 120 και 200bar στους 16, 30 και 45°C. Η σύσταση του εκχυλίσματος του γλυκοζιδίου από SCFE συγκρίθηκε με την σύσταση του εκχυλίσματος στέβιας, το οποίο ελήφθη με τον παραδοσιακό τρόπο εκχύλισης υπό χαμηλή πίεση. Όσον αφορά στην πρώτη φάση ο όγκος του στερεού που χρησιμοποιήθηκε ήταν μεταξύ $69 \cdot 10^{-3}$ – $82 \cdot 10^{-3}$ kg. Το στερεό τοποθετήθηκε μέσα σε ένα δοχείο εκχύλισης (SS 316, με μήκος 0,375m και διάμετρο 0,0283m) το οποίο ήταν κατάλληλο για την SCFE μονάδα, και το σύστημα θέρμανσης και/ή ψύξης ενεργοποιήθηκε. Όταν το σύστημα έφτασε σε θερμοκρασία 30 °C και 200 bar οι βαλβίδες 2j και 2m και η μικρομετρική βαλβίδα 15 άνοιξαν. Τα εκχυλίσματα μαζεύτηκαν σε γυάλινες φιάλες 20 ml. Μια στήλη απορρόφησης που περιείχε Porapak Q (80/100 mesh, Waters Associates Inc., USA) προσαρμόστηκε έτσι ώστε να διατηρηθούν οι ασταθείς ουσίες κατά τη διάρκεια αυτής της προετοιμασίας. Το ποσοστό ροής μετρείτο επανειλημμένα και δείγματα εκχύλισης συλλέγονταν κάθε μία ώρα. Η προεργασία έγινε στα 200 bar, 30°C και σε μέσο όρο ροής $4.82 \cdot 10^{-5}$ kg/s για 12 ώρες. Το δοχείο εκχύλισης αποθηκεύτηκε σε οικιακό ψυγείο. Ακολούθως, στη δεύτερη φάση για το εκχύλισμα των γλυκοζιδίων το δοχείο εκχύλισης προσαρμόστηκε ξανά για τη μονάδα του SCFE. Η διαδικασία ήταν παρόμοια με το προηγούμενο πείραμα. Δείγματα του εκχυλίσματος λαμβάνονταν κάθε 30 λεπτά και η συνολική ώρα εξαγωγής ήταν 12 ώρες. Τα πειράματα έγιναν στα 120 και 200 bar στους 16, 30 και 45°C. Τα διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνταν από 9,5% νερό, αιθανόλη ή ένα ισότιμο μίγμα νερού και αιθανόλης.

Χρησιμοποιήθηκαν φύλλα στέβιας με SCFE προεργασία και φύλλα στέβιας χωρίς προεργασία. Η μέθοδος περιγράφηκε από τους Alvarez, M. et al. (1984) και Goto, A. (1997) και χρησιμοποιήθηκε 1l ζεστού νερού που προστέθηκε σε 50g φύλλων στέβιας. Το

μίγμα παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου (25 με 30 °C) για μία ώρα. Το υδατικό εκχύλισμα φιλτραρίστηκε. Σε μια διαχωριστική χοάνη το εκχύλισμα αναμείχθηκε με ισοβουτίλο αλκοόλη (Merck P.A., 99,99%) διατηρώντας ποσοστό 40:60 (v/v). Το μίγμα αφέθηκε μέχρι να γίνει ο διαχωρισμός. Το βουτανολικό εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε φυγόκεντρο δύναμη στα 350rpm (Solvall, RT 600D) για 15 λεπτά. Το εκχύλισμα θερμάνθηκε στους 80 °C και φιλτραρίστηκε από ένα στρώμα ενεργού άνθρακα (1g ενεργού άνθρακα σε 100 ml εκχυλίσματος). Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε ένα περιστρεφόμενο εξατμιστήρα (Tecnal, TE 120) και αφέθηκε για 24 ώρες για να επιτευχθεί η κρυσταλλοποίηση των γλυκοζιδίων. Οι κρύσταλλοι πλένονται με μεθανόλη (Merck P.A. 99,9%) και ξηραίνονται σε ένα φούρνο με κυκλοφορία αέρα. Το κρυσταλλοποιημένο υγρό συλλέγεται και εκχυλίζεται με ακετόνη (Merck P.A. 99,9%). Οι κρύσταλλοι πλένονται με άνυδρη ακετόνη και ξηραίνονται σε φούρνο με κυκλοφορία αέρα.

Πρόσφατα οι Pol, J. et al. (2007) ανέπτυξαν μια μέθοδο εκχύλισης με καυτό νερό υπό πίεση. Αναφέρθηκαν σε δύο μεθόδους εκχύλισης, το ένα με νερό και το άλλο με μεθανόλη. Η εκχύλιση με μεθανόλη έγινε σε θερμοκρασίες μεταξύ 70 και 160°C και η εκχύλιση ήταν στατική για 10 λεπτά. Η πίεση ήταν στους 50bar. Οι προτεινόμενες συνθήκες εκχύλισης για PFE (Pressurised Fluid Extraction) με μεθανόλη στους 110°C, 50bar και 10 λεπτά χρόνος στατικής εκχύλισης. Η εκχύλιση με νερό έγινε με τον ίδιο τρόπο όπως και η μεθανόλη, δηλαδή η θερμοκρασία ήταν μεταξύ 70 και 160°C στα 50bar και η εκχύλιση ήταν στατική για περίοδο 10 λεπτά. Η απόδοση εκχύλισης της στεβιοσίδης αυξανόταν συνέχεια μέχρι τους 110°C και μετά παρατηρήθηκε μια γραμμική ελάττωση. Κατά συνέπεια, η εκχύλιση στεβιοσίδης δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 110°C και τα 10 λεπτά που η εκχύλιση παραμένει στάσιμη είναι κατάλληλα για εκχύλιση της στεβιοσίδης. Συμπερασματικά, οι καλύτερες συνθήκες για PHWE (Pressurised Hot Water Extraction) της στεβιοσίδης από τα φύλλα στέβιας ήταν 110°C, 50bar και 10 λεπτά χρόνος στατικής εκχύλισης, όπως και η μεθανόλη.

Στις πιο σύγχρονες διαδικασίες, η εκχύλιση με καυτό νερό των φύλλων της στέβιας δίνει ένα «αρχικό εκχύλισμα» από το οποίο αφαιρούνται τα άλλα συστατικά του φυτού με θρόμβωση. Το καθαρισμένο διάλυμα διέρχεται μέσα από ρητίνες προσρόφησης για να συγκεντρωθούν τα γλυκοζίδια της στεβιόλης, τα οποία εκπλένονται με αλκοόλη. Το αποξηραμένο έκπλυμα που αποτελείται από αναμειγμένα γλυκοζίδια της στεβιόλης μπορεί να αποθηκευτεί και να μεταφερθεί σε αυτή τη μορφή πριν από τον τελικό καθαρισμό. Σε αυτό το τελευταίο βήμα, το αποξηραμένο έκπλυμα ξαναδιαλύεται σε καθαρή αλκοόλη ή σε

διάλυμα ύδατος/ αλκοόλης χαμηλότερου βαθμού και ανακρυσταλλοποιείται. Παραδοσιακά έχει χρησιμοποιηθεί μεθανόλη, αλλά η αιθανόλη έχει το πλεονέκτημα της επιλεκτικής αύξησης της περιεκτικότητας σε Ρεμπαουδιοσίδη Α. Τελικά το κρυσταλλοποιημένο προϊόν φιλτράρεται και αποξηραίνεται (Jackson, M.C. et al., 2006; Magomet, M.H. et al., 2007; Prakash, I. et al., 2007a).

3.5 Ιδιότητες

Σε καθαρή μορφή η Στεβιοσίδη είναι ένα λευκό κρυσταλλικό υλικό με σημείο τήξης 196-198 °C, οπτική περιστροφή -39.3 μοίρες στο νερό, στοιχειακή σύσταση C₃₈H₆₀O₁₈ και μοριακό βάρος 808.88. Η Στεβιοσίδη είναι λίγο διαλυτή σε νερό αλλά είναι πολύ διαλυτή σε αιθανόλη. Η Ρεμπαουδιοσίδη Α είναι σημαντικά πιο διαλυτή στο νερό από την Στεβιοσίδη επειδή περιέχει μια επιπλέον μονάδα γλυκόζης στο μόριο της. Η Στεβιοσίδη είναι σταθερό μόριο στους 100 °C όταν διατηρείται σε διάλυμα με pH 3-9 αν και αποσυντίθεται αρκετά εύκολα σε αλκαλικά επίπεδα pH μεγαλύτερα από 10 (Nabors, L.O.B., 2001). Το μόριο της είναι σταθερό σε ξηρές συνθήκες και έχει μεγαλύτερη σταθερότητα από την ασπαρτάμη ή την νεοτάμη σε υδαρή συστήματα τροφίμων (Prakash, I. et al., 2008).

Βρέθηκε ότι εκτός από τη γλυκύτητα η στεβιόλη και η ισοστεβιόλη (μεταβολικές συνιστώσες της στεβιοσίδης) μπορούν να έχουν και θεραπευτικές ιδιότητες, καθώς έχουν αντιπεργλυκαιμική, αντιπερτασική, αντιυποτασική, αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη, αντικαρκινική, αντιδιαρροϊκή, διουρητική και ανοσορυθμιστική δράση. Καθώς επίσης και άλλες δράσεις όπως αντιβακτηριακή, αντιμυκητιακή, αντιμικροβιακή, αντιιοική, καρδιοτονική, αγγειοδιασταλτική, τονωτική και βοηθάει στην επουλωτική πληγών. Είναι ενδιαφέρον να σημειώσουμε ότι οι επιδράσεις στα επίπεδα γλυκόζης πλάσματος και στην αρτηριακή πίεση παρατηρούνται μόνο όταν αυτοί οι παράμετροι είναι υψηλότερες από το κανονικό (Chatsudthipong, V. et al., 2009; Tadhani, M.B. et al., 2007). Οι μοναδικές ιδιότητές της παρέχουν στους τεχνολόγους τροφίμων ένα ακόμα εργαλείο για να παράγουν καινοτόμα τρόφιμα και ποτά για να ικανοποιήσουν τη ζήτηση των καταναλωτών για πολύ καλή γεύση χωρίς τις θερμίδες της κρυσταλλικής ζάχαρης (Prakash, I. et al., 2008).

Η στέβια είναι μια λευκή, κρυσταλλική, άοσμη σκόνη (Kroyer, G.Th., 1999). Οι καθαρές άνυδρες, άμορφες, με σύμπλοκα ιόντα μορφές της Ρεμπαουδιοσίδης Α, κρυσταλλοποιημένες από μεθανόλη ή αιθανόλη μπορούν άμεσα να παρέχουν υπέρκορο διάλυμα σε νερό (>20g/100g σε 25 °C σε 5 min), αλλά εμφανίζουν ελάχιστη διάλυση σε

αιθανόλη. Η θερμοδυναμική διαλυτότητα ισορροπίας στο νερό είναι 0.8% w/w σε 25 °C. Η rebiana κρυσταλλοποιείται ως υδρίτης όταν οι άμορφες, άνυδρες και με σύμπλοκα ιόντων μορφές αλκοόλης διαλύονται για να δώσουν υπέρκορα υδαρή διαλύματα. Αν ο υδρίτης απομονωθεί με φιλτράρισμα και αποξήρανση. Εμφανίζει ένα χαμηλό βαθμό διάλυσης σε νερό (<0.2g/100g σε 25 °C σε 5 min) (Prakash, I. et al., 2007a).

Ως ξηρή σκόνη η rebiana είναι σταθερή για τουλάχιστον δυο χρόνια σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και υπό ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας. Σε διάλυμα είναι πιο σταθερή σε τιμές pH 4-8 και εμφανώς λιγότερο σταθερή κάτω από pH 2. Όπως είναι αναμενόμενο, η σταθερότητα μειώνεται όταν η θερμοκρασία αυξάνεται (Prakash, I. et al., 2007b).

Στα υδατικά διαλύματα (pH 2-8), οι κύριοι δρόμοι αντίδρασης που οδηγούν στην απώλεια της Ρεμπαουδιοσίδης Α είναι οι ακόλουθοι:

- (1) ισομερίωση της C-16 ολεφίνης για να σχηματίσει το ισομερές C-15
- (2) ενυδάτωση της ολεφίνης C-16 για απόδοση
- (3) υδρόλυση του εστέρα γλυκοσιδίου C-18 στον σχηματισμό

Κατά τον ανθρώπινο μεταβολισμό, η Ρεμπαουδιοσίδη Α μετατρέπεται αρχικά σε άγλυκο στεβιόλη και σε γλυκορουνικό οξύ στεβιόλης γενικά γνωστό ως γλυκορουνίδιο στεβιόλης (Wheeler, A. et al., 2008).

Η rebiana είναι σταθερότερη από την ασπαρτάμη και την νεοτάμη σε εφαρμογές με χαμηλό και υψηλό pH. Στα επεξεργασμένα θερμικά ροφήματα, όπως το αρωματισμένο παγωμένο τσάι, οι χυμοί, τα ποτά των αθλητών, το αρωματισμένο γάλα, η γλυκαντική ουσία εμφανίζει καλή σταθερότητα κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας υψηλής θερμοκρασίας – μικρής χρονικής διάρκειας και στην περαιτέρω αποθήκευση του προϊόντος (Prakash, I. et al., 2007b).

3.6 Οργανοληπτικές ιδιότητες της rebiana

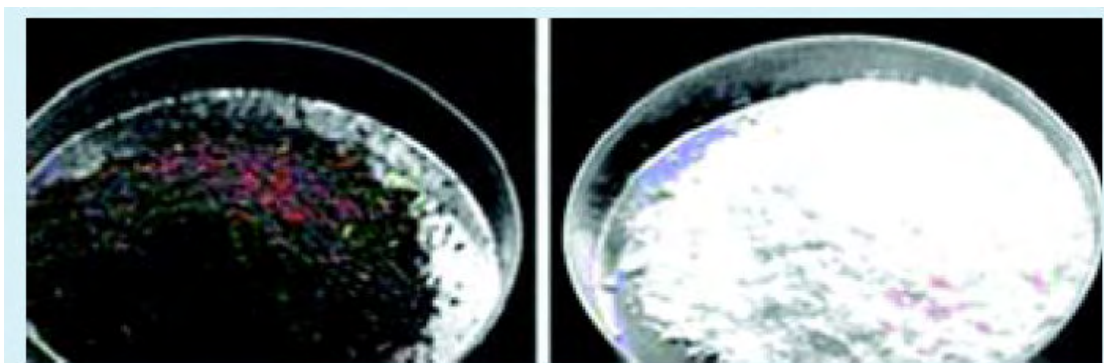
Η Ρεμπαουδιοσίδη Α συχνά αναφέρεται ως 200 με 300 φορές πιο γλυκιά από την κρυσταλλική ζάχαρη. Η Ρεμπαουδιοσίδη Α και η ασπαρτάμη διαφέρουν ελάχιστα και οι δυο γλυκαντικές ουσίες είναι παρόμοιες σε γλυκύτητα στο πεδίο των επιπέδων ισοδυναμίας της κρυσταλλικής ζάχαρης (Prakash, I. et al., 2008).

Όπως και με μερικές άλλες γλυκαντικές ουσίες που δεν είναι υδατάνθρακες, η rebiana εμφανίζει καθαρή γλυκύτητα σε χαμηλά επίπεδα ισοδυναμίας με την κρυσταλλική ζάχαρη, αλλά παρουσιάζει άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα γεύσης (π.χ. πικρότητα) σε

υψηλότερα επίπεδα ισοδυναμίας με την κρυσταλλική ζάχαρη. Μια εκπαιδευμένη ομάδα γευστιγνοστών αξιολόγησε την rebiana σε νερό (Young, N.D. et al., 2007) και η πικρή γεύση ή η γεύση μαύρης γλυκόριζας ήταν αμελητέα σε χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης ενώ σε υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης ήταν αξιοσημείωτη. Παρόλα αυτά δεν ανιχνεύτηκε ξινή, αλμυρή, πικάντικη, μεταλλική ή άλλη γεύση. Οι υψηλές συγκεντρώσεις rebiana παρουσιάζουν μια αλλοιωμένη γεύση (πικρή γεύση ή γεύση μαύρης γλυκόριζας) και γι' αυτό το λόγο, η rebiana δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η μόνη γλυκαντική ουσία σε π.χ. αναψυκτικά με μηδέν θερμίδες. Αυτός ο περιορισμός αντιμετωπίζεται με την ανάμειξή της με άλλες γλυκαντικές ουσίες. Υπάρχει μεγάλο εύρος γλυκαντικών ουσιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως η μονατίνη, η ασπαρτάμη, τα άλατα ακελσουλφάμης, τα άλατα σακχαρίνης κλπ. (Prakash, I. et al., 2008).

3.7 Χρήσεις στα τρόφιμα

Η στέβια, αποτελεί πηγή πολύ χρήσιμων φυσικών ουσιών, όπως Στεβιοσίδη, ισοστεβιόλη, φυτοστερόλες, γιββεριλλίνη (φυτοορμόνη), χλωροφύλλη (φυσική χρωστική), κ.ά. Σπουδαιότερη από αυτές και για την οποία κυρίως καλλιεργείται σήμερα η στέβια είναι η Στεβιοσίδη ως φυσική γλυκαντική ουσία. Η οποία είναι το ίδιο γλυκιά με τις συνθετικές γλυκαντικές ουσίες χωρίς να παρουσιάζουν προβλήματα για την υγεία. Η εικόνα 9 απεικονίζει σκόνη φύλλων και λευκό κρυσταλλικό εκχύλισμα της στέβιας. Οι μεγαλύτεροι χρήστες της στεβιοσίδης είναι η βιομηχανία τροφίμων – ποτών – ζαχαροπλαστική. Στις Η.Π.Α. επιτρέπεται μόνο ως διαιτητικό συμπλήρωμα, ενώ σε άλλες χώρες όπως Ιαπωνία, Κίνα, Ισραήλ, Καναδά, Βραζιλία, κ.ά. ως υποκατάστατο της κρυσταλλικής ζάχαρης, ως συμπλήρωμα διατροφής και δίαιτας. Στην ΕΕ στα καταστήματα υγιεινής διατροφής κανείς μπορεί να βρει τριμμένα ή αλεσμένα ξηρά φύλλα στέβια, ενώ η διαδικασία έγκρισης χρήσης της στεβιοσίδης είναι σε εξέλιξη (Λόλας, Π.Χ., 2007).



Εικόνα 9: Σκόνη φύλλων και λευκό κρυσταλλικό εκχύλισμα της *Stevia rebaudiana* (<http9>)

Η εμπορευματοποίηση των φύλλων της στέβιας έγινε ταχύτατα και τώρα περισσότερα από 100 είδη τροφίμων και ποτών που περιέχουν γλυκαντικές ουσίες από στέβια, διατίθενται στην αγορά της Ιαπωνίας, όπως για παραγωγή γιαουρτιού, αποξηραμένα θαλασσινά, παγωτά, γρανίτες, σάλτσες, πάστα σόγιας, πολτοποιημένο ψάρι, κρέας μαγειρεμένο στον ατμό, καρυκεύματα, είδη ζαχαροπλαστικής, ψωμί και θαλασσινά (Nabors, L.OB., 2001). Τα φύλλα της στέβια χρησιμοποιήθηκαν από τους ιθαγενείς της Παραγουάης για να γλυκάνουν τα ροφήματά τους από αιώνες (Lewis, W.H., 1982; Nabors, L.OB., 2001; Chatsudthipong, V. et al., 2009) και οι Ινδιάνοι για να γλυκάνουν το τσάι και άλλες τροφές (Sardesai, V.M. et al., 1991; Nabors, L.OB., 2001; Chatsudthipong, V. et al., 2009). Το εκχύλισμα των φύλλων χρησιμοποιούνταν στη θεραπεία της υπεργλυκαιμίας (Sardesai, V.M. et al., 1991; Nabors, L.OB., 2001; Chatsudthipong, V. et al., 2009).

Ήδη κυκλοφορεί στο εμπόριο το σκεύασμα της Coca-Cola που είναι η Truvia (rebiana) από την Ρεμπαουδιοσίδη Α και το αντίστοιχο σκεύασμα της Pepsi-Cola είναι το PureVia (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Η στέβια κατέχει σημαντική θέση στην αγορά της Λατινικής Αμερικής (πατρίδα της η Παραγουάη), της Κίνας, της Μαλαισίας, της Νοτίου Κορέας και της Ιαπωνίας (50% της αγοράς), στην οποία μάλιστα έχει απαγορευθεί από το 1970 η χρήση συνθετικών γλυκαντικών ουσιών για λόγους προστασίας της δημόσιας υγείας. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το 1991 απαγορεύθηκε η εισαγωγή της και η χρήση της ως γλυκαντικής ουσίας, παρά το γεγονός ότι δεν υπήρχε καμία ένδειξη για την επικινδυνότητα της, ούτε στους Ινδιάνους Γκουαράνι που καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες στέβιας, ούτε και στους καταναλωτές των χωρών όπου αυτό το προϊόν κυκλοφορεί εδώ και πολλά χρόνια. Μάλιστα ο εθνικός φορέας φαρμάκων και τροφίμων των ΗΠΑ (Food and Drug Administration, 2007) δεν είχε δεχθεί καμία καταγγελία για το προϊόν που απαγόρευσε, ενώ έχει δεχτεί 7.000 για την ασπαρτάμη η οποία ωστόσο εξακολουθεί να κυκλοφορεί στο εμπόριο. Όμως το 1995 ενέδωσε στις πιέσεις καταναλωτών και παραγωγών στέβια και επέτρεψε την κυκλοφορία της υπό τον όρο να χαρακτηρίζεται ρητά <<συμπλήρωμα διατροφής>> (Λόλας, Π.Χ., 2007).

Η στέβια χρησιμοποιείται και στη φαρμακευτική. Ο πίνακας 5 παρουσιάζει τις κύριες χρήσεις φυτού της στέβιας.

Πίνακας 5: Παγκόσμιες Φαρμακευτικές Χρήσεις (http10)

Βραζιλία	για τις κοιλότητες, την κατάθλιψη, το διαβήτη, την κούραση, την υποστήριξη καρδιών, την υπέρταση, την υπεργλυκαιμία, τις μολύνσεις, την παχυσαρκία, το γλυκό πόθο, την τονωτική, ουρική ανεπάρκεια, πληγές, και ως γλυκαντική ουσία
Παραγουάη	για διαβήτη, και ως γλυκαντική ουσία
Νότιο Αμερική	για διαβήτη, υπέρταση, μολύνσεις, παχυσαρκία, και ως γλυκαντική ουσία
Η.Π.Α.	για μύκητες, το διαβήτη, την υπέρταση, την υπεργλυκαιμία, τις μολύνσεις, και ως αγγειοδιασταλτική και γλυκαντική ουσία

3.8 Ασφάλεια χρήσης

Για την χρήση της στέβιας ως γλυκαντική ύλη έχουν γίνει εξονυχιστικές τοξικολογικές και προστατευτικές δοκιμασίες σε ζώα και ανθρώπους. Οι δοκιμές περιλαμβάνουν μελέτες για οξεία, υπό-οξεία και χρόνια τοξικότητα του εκχυλίσματος της στέβιας και των μεταβολιτών της καθώς και μελέτες για πιθανές επιδράσεις στην αναπαραγωγή και στη μεταλλαξογόνο δράση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η στέβια είναι ασφαλής για κατανάλωση (Grenby, T.H., 1991).

Το 2007, η JECFA έθεσε προδιαγραφές για τα γλυκοζίδια της στεβιόλης, απαιτώντας η εμπορική στέβια να περιέχει τουλάχιστον κατά 95% επτά αναγνωρισμένα γλυκοζίδια της στεβιόλης (Carakostas, M.C. et al., 2008).

3.9 Μορφές στέβιας στο εμπόριο

Η στέβια εμφανίζεται σε πολλές μορφές στο εμπόριο ανάλογα με το βαθμό γλυκύτητας της. Συγκεκριμένα η στέβια με μορφή άσπρων κόκκων είναι πιο γλυκιά.

1) Φρέσκα φύλλα στέβιας

Αυτή η μορφή της στέβιας είναι η φυσικότερη μορφή στο εμπόριο (Εικόνα 10). Ένα φύλλο από το φυτό θα μεταδώσει μια εξαιρετικά γλυκιά αίσθηση που διαρκεί για αρκετό διάστημα (Παπαευαγγέλου, Φ., 2007; Σαρακατσάνου, Α., 2008).



Εικόνα 10: Φρέσκα φύλλα στέβιας (<http11>)

2) Ξηρά φύλλα στέβιας

Τα ξηρά φύλλα στέβιας είναι μια άλλη μορφή της γλυκαντικής αυτής ύλης στο εμπόριο (Εικόνα 11). Για περισσότερο γλυκιά γεύση και πιο έντονη, η ξήρανση και σύνθλιψη των φύλλων είναι απαραίτητη. Το ξηρό φύλλο είναι αρκετά πιο γλυκό από ένα φρέσκο και υπό τη μορφή αυτή χρησιμοποιείται στην παρασκευή βοτανικών ροφημάτων. Τα ξηρά φύλλα στέβιας μπορεί να είναι συσκευασμένα σε μεγάλες ποσότητες, σε τσάντες σταγιού. Μπορεί να είναι και κονιορτοποιημένα. Έχουν πρασινωπό χρώμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικιλία τροφίμων και ποτών, όπως π.χ. του καφέ, των δημητριακών, του τσαγιού, κ.λ.π. (Παπαευαγγέλου, Φ., 2007; Σαρακατσάνου, Α., 2008).



Εικόνα 11: Ξηρά φύλλα στέβιας (<http12>)

3) Εκχύλισμα φύλλων στέβιας (ως κρυσταλλική ζάχαρη)

Η μορφή με την οποία εμφανίστηκε στο εμπόριο στην Ιαπωνία, η στέβια είναι αυτή του άσπρου κονιορτοποιημένου αποστάγματος (Εικόνα 12). Υπό τη μορφή αυτή είναι 200 έως 300 φορές πιο γλυκιά από τη κρυσταλλική ζάχαρη. Αυτή η άσπρη σκόνη, είναι εκχύλισμα από το γλυκό γλυκοζίδιο της Στεβιοσίδης, που βρίσκεται στα φύλλα του φυτού. Όλες οι σκόνες δεν είναι ίδιες. Η γεύση, η γλυκύτητα και το κόστος εξαρτώνται από τον

βαθμό καθαρισμού τους και την ποιότητα των φυτών που χρησιμοποιούνται. Δεδομένου ότι η σκόνη στέβιας είναι πολύ γλυκιά, συνιστάται η χρήση της σε πολύ μικρή ποσότητα (Παπαευαγγέλου, Φ., 2007; Σαρακατσάνου, Α., 2008).



Εικόνα 12: Εκχύλισμα φύλλων στέβιας (ως κρυσταλλική ζάχαρη) (http13)

4) Συμπυκνωμένο εκχύλισμα στέβιας

Το συμπυκνωμένο εκχύλισμα στέβιας (Εικόνα 13) υπάρχει σε πολλές μορφές: α) Διάλυμα μαύρου χρώματος που προέρχεται από βρασμό φύλλων σε νερό, το οποίο μπορεί να ενισχύσει τη γεύση πολλών τροφίμων, β) Εκχύλισμα στέβιας που προέρχεται από τη βύθιση των φύλλων σε αποσταγμένο νερό ή σε ένα μίγμα οиноπνεύματος – νερού και σιταριού (Παπαευαγγέλου, Φ., 2007; Σαρακατσάνου, Α., 2008), γ) Άλλες μορφές συμπυκνωμένων εκχυλισμάτων στέβιας που γίνονται από την ανάμιξη άσπρης συμπηκνωμένης σκόνης με νερό κ.ά.



Εικόνα 13: Συμπυκνωμένο εκχύλισμα στέβιας (http14)

4. ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ

4.1 Ορισμός

Οι πρωτεΐνες είναι οργανικές ενώσεις που αποτελούν απαραίτητα συστατικά των ζώντων οργανισμών. Αποτελούν το πλέον σημαντικό δομικό συστατικό για τα ζώα και τον άνθρωπο και συμμετέχουν σχεδόν σε όλες τις λειτουργίες των οργανισμών (Καρδούλης, Α.Γ., 2003). Είναι πολύπλοκες μεγαλομοριακές οργανικές ενώσεις, οι οποίες αποτελούνται κατά το μεγαλύτερο μέρος από 50-55% άνθρακα, 6-7% υδρογόνο, 23% οξυγόνο και 12-19% άζωτο. Οι περισσότερες πρωτεΐνες περιέχουν επίσης θείο σε μικρές ποσότητες 0,2-3%, ενώ ορισμένες πρωτεΐνες περιέχουν και άλλα στοιχεία (φώσφορο, σίδηρο κλπ.) (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).

4.1.1 Η βιολογική αξία πρωτεϊνών

Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών μπορεί να είναι υψηλή ή χαμηλή (Εικόνα 14). Με υψηλή χαρακτηρίζονται οι πρωτεΐνες που το μόριο τους αποτελείται κατά βάση από απαραίτητα αμινοξέα, ενώ με χαμηλή χαρακτηρίζονται αυτές που στο μόριο το ποσοστό των απαραίτητων αμινοξέων είναι χαμηλό. Για παράδειγμα προϊόντα υψηλής βιολογικής αξίας είναι το κρέας, τα πουλερικά, το ψάρι, τα αυγά, το γάλα, το τυρί και το γιαούρτι (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, 2008).

Η αξία των πρωτεϊνών είναι επίσης γνωστή και ως αναβολική ικανότητα των πρωτεϊνών και εκφράζει την εκατοστιαία αναλογία των πρωτεϊνών, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν από τον οργανισμό. Ο κρόκος αυγού έχει συγκέντρωση πρωτεϊνών 95% w/w, το κρέας 75% w/w, τα ψάρια 75% w/w, το γάλα 75% w/w και το ψωμί 50% w/w (Καρδούλης, Α.Γ., 2003).



Εικόνα 14: Μεσογειακή διαίτα (<http15>)

4.1.2 Οι ημερήσιες ανάγκες πρωτεϊνών

Οι ημερήσιες ανάγκες σε πρωτεΐνες στους ενήλικες εκτιμώνται σε ένα g ανά kg ζώντος βάρους και η ελάχιστη ημερήσια ποσότητα εκτιμάται σε 0,7g ανά kg ζώντος βάρους (Καρδούλης, Α.Γ., 2003).

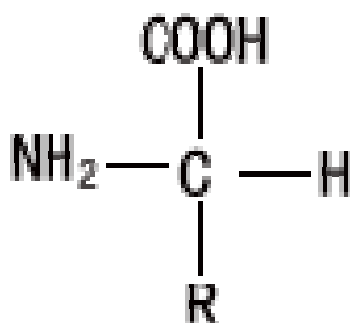
4.2 Δομή, Κατηγορίες και Ιδιότητες πρωτεϊνών

4.2.1 Δομή πρωτεϊνών

Η πρωτεΐνη είναι ένα γραμμικό πολυμερές αμινοξέων συνδεδεμένων με πεπτιδικούς δεσμούς σε καθορισμένη αλληλουχία (Lackie, J.M. et al., 2002). Είναι αζωτούχες ουσίες, που έχουν ως δομικά συστατικά τα αμινοξέα και οι οποίες αποτελούν, μαζί με τα λιπίδια και τους υδατάνθρακες, τη βάση της ύλης στο ζωικό και φυτικό βασίλειο (Καρδούλης, Α.Γ., 2003). Από το μεγάλο αριθμό αμινοξέων που υπάρχουν στη φύση, περίπου είκοσι είναι αυτά που αποτελούν δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών (Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

Κατά τη βιοσύνθεση των πρωτεϊνών τα αμινοξέα ενώνονται μεταξύ τους, με σχηματισμό δεσμού μεταξύ της α-καρβοξυλικής ομάδας του ενός και της α-αμινοομάδας του επόμενου, με την αποβολή ενός μορίου νερού και σχηματίζουν δεσμούς -CO-NH- που καλούνται πεπτιδικοί δεσμοί (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).

Στην εικόνα 15 φαίνεται η δομή των πρωτεϊνών.



Εικόνα 15: Η χημική δομή της πρωτεΐνης (<http://16>)

Ανάλογα με το είδος των αμινοξέων που περιέχεται στο μόριο μιας πρωτεΐνης διαμορφώνεται η πρωτοταγής δομή αυτής, η οποία εξελίσσεται σε διάφορα επίπεδα (δευτεροταγής, τριτοταγής, τεταρτοταγής, πεμπτοταγής δομή) ανάλογα με τη διαμόρφωση της στο χώρο ή τη σχέση της με παρακείμενα μόρια πρωτεϊνών ή άλλα μόρια (Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

4.2.2 Κατηγορίες και ιδιότητες πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες γενικότερα χωρίζονται σε περίπου εννιά κατηγορίες: πρόκειται για τις πρωτεΐνες κρέατος και ψαριών, τις πρωτεΐνες γάλακτος, τις πρωτεΐνες αυγών και κρόκου, τις πρωτεΐνες σπόρων, τις πρωτεΐνες λαχανικών, τα ένζυμα, τις ορμόνες, τα αντισώματα και τις προστατευτικές πρωτεΐνες (Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003; [http17](#))

Οι ιδιότητες των πρωτεϊνών διαχωρίζονται σε: γενικές, φυσικοχημικές και λειτουργικές. Οι κυριότερες γενικές ιδιότητες είναι η εύκολη πέψη τους και η διαθεσιμότητα τους σε μεγάλη ποσότητα. Από τις φυσικοχημικές ιδιότητες τους η σημαντικότερη είναι ο σχηματισμός πηκτής, ενώ οι κύριες λειτουργικές ιδιότητες τους είναι η διαλυτότητα τους και η ιξώδης ικανότητα τους (Belitz, H.D. et al., 2006; [http17](#)).

4.3 Ζελατίνη

4.3.1 Ορισμός

Το κολλαγόνο είναι η κύρια πρωτεΐνη του συνεκτικού ιστού, του δέρματος και των ιστών. Είναι μία ινώδης γλυκοπρωτεΐνη, η οποία μετουσιώνεται εύκολα με θέρμανση και μετατρέπεται σε ζελατίνη (Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003). Η ζελατίνη (Εικόνα 16) είναι υδρίτης του κολλαγόνου, που σχηματίζεται κατά το βράσιμο πλούσιων σε κολλαγόνο ιστών. Είναι διαλυτή στο νερό και χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα στη μαγειρική και την αλλαντοποιία. Σημειώνεται ότι η πηκτική της ικανότητα εκφράζεται σε βαθμούς Bloom (Καρδούλης, Α.Γ., 2003).



Εικόνα 16: Σκόνη ζελατίνης (http18)

4.3.2 Δομή

Η ζελατίνη κατά την προσθήκη ψυχρού νερού διογκώνεται λόγω της πρόσληψης νερού. Αυτό συμβαίνει διότι τα μόρια της ζελατίνης συνδέονται μεταξύ δισθενών δεσμών για να σχηματίζουν ένα τρισδιάστατο πλέγμα, το νερό συγκρατείται και ακινητοποιείται εντός του πλέγματος (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).

Σε ξηρή μορφή η ζελατίνη αποτελείται από 98-99% w/w σε πρωτεΐνη. Το μέγιστο μοριακό βάρος της ζελατίνης βρίσκεται μεταξύ 20.000 έως 250.000 (Kennan, T.R., 1994).

Επίσης η ζελατίνη έχει υψηλά ποσοστά αμινοξέων: γλυκίνη (Gly) 26-34%, προλίνη (Pro) 10-18% και υδροξυπρολίνη (Hyp) 1-15% (Veis, A., 1964; Porpe, J., 1997) και άλλα αμινοξέα σε χαμηλότερα ποσοστά όπως το ασπαρτικό οξύ (Asp) 6-7% (Hudson, C.B., 1994; Porpe, J., 1997).

Η ζελατίνη δεν είναι μια ολοκληρωμένη θρεπτικά πρωτεΐνη. Δεν περιέχει τρυπτοφάνη και είναι ελλιπής σε ισολευκίνη, θρεονίνη, και μεθειονίνη (Potter, N.N. et al., 1998). Τα θειούχα αμινοξέα (κυστεΐνης και κυστίνης) είναι ελλιπής ή απουσιάζουν. Το ποσοστό επί τοις εκατό του νερού κυμαίνεται μεταξύ 6 έως 9% (Alais, C. et al., 1991; US FDA, 1997). Η τέφρα είναι 0,1 έως 3,25% (Veis, A., 1964).

Η ζελατίνη μέσα σε υδατικά τροφικά συστήματα, σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με το νερό. Η διάπλαση του πηκτώματος ζελατίνης είναι ενδοθερμική και προκαλείται σταδιακά όμως η ενέργεια του συστήματος διασκορπίζεται.

Καθώς η συγκέντρωση της ζελατίνης αυξάνεται, ο ρυθμός του σχηματισμού πηκτής επίσης αυξάνεται, συνεπώς αυξάνεται η σταθερότητα. Εάν η συγκέντρωση είναι πολύ υψηλή, η σύσταση είναι συμπαγής και ελαστική. Ένα αποδεκτό πήκτωμα για τα

περισσότερα τροφικά συστήματα μπορεί να συγκροτηθεί σε συγκέντρωση ζελατίνης μεταξύ 1,5 έως 4% w/w (McWilliams, M., 2001).

4.3.3 Πως σχηματίζεται η πηκτή της ζελατίνης

Η διαδικασία παραγωγής πηκτής ξεκινά όταν η ζελατίνη διαλύεται σε νερό και θερμαίνεται, σε θερμοκρασία υψηλότερη από 35°C μετατρέποντας την σε κολλοειδές διάλυμα. Κατά τη ψύξη από το διάλυμα στερεοποιείται και δημιουργεί πήκτωμα.

Για τη παρασκευή πηκτωμάτων επαρκεί μόλις 1% w/w ζελατίνη. Το σχηματισμένο πήκτωμα είναι ημίσκληρο και συνεκτικό. Η σκληρότητα του πηκτώματος εξαφανίζεται κατά την θέρμανση οπότε και μετατρέπεται σε διάλυμα. Το διάλυμα της ζελατίνης δεν πήζει κατά την θέρμανση και για όσο χρονικό διάστημα παραμένει θερμό. Στερεοποιείται όταν παραμένει ακίνητο και μειωθεί η θερμοκρασία του με την ψύξη.

Η πηκτική ικανότητα της ζελατίνης χρησιμοποιείται για την παρασκευή διαφόρων τροφίμων, όπως ορισμένων τύπων πηκτώματος οι οποίοι παρασκευάζονται από χυμούς φρούτων με προσθήκη σακχαρόζης και γλυκόζης (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).

4.3.4 Παρασκευές

4.3.4.1 Βιομηχανική παρασκευή

Όλες οι βιομηχανικές διεργασίες παραγωγής ζελατίνης γίνονται από δέρμα ψαριών, κόκκαλα και δέρμα βοοειδών και χοίρων με μετέπειτα καθαρισμό, συμπύκνωση και λειτουργίες ξήρανσης.

4.3.4.2 Τρόποι παραγωγής ζελατίνης

1) Διαδικασία παραγωγής ζελατίνης από ψάρια

Η ζελατίνη από το δέρμα των ψαριών (Kosher) παράγεται με επεξεργασία τους σε υψηλή θερμοκρασία, με νερό και οξικό οξύ. Στη συνέχεια το μίγμα φιλτράρεται, συμπυκνώνεται, αποξηραίνεται και τοποθετείται σε καλούπια και πακετάρεται (Kenney et al., no date).

2) Όξινη διαδικασία ζελατίνης από χοίρους (ζελατίνη τύπου A)

Η όξινη διαδικασία πραγματοποιείται με επεξεργασία του δέρματος των χοίρων όπου αφαιρούνται οι τρίχες και έπειτα το λίπος με επίδραση οξέων (Hinterwaldner, R., 1977a). Τα δέρματα μετά πλένονται με νερό και αφαιρείται η ζελατίνη (Hinterwaldner, R., 1977a).

3) Αλκαλική διαδικασία ζελατίνης από βοοειδή (ζελατίνη τύπου B)

Η ζελατίνη των βοοειδών προέρχεται από το κολλαγόνο τους και κυρίως το δέρμα και τα κόκκαλα (US FDA, 1997). Τα κόκκαλα θρυμματίζονται, βράζονται στους 180 έως 250 °F, περνούν από φυγόκεντρο και ξηραίνονται στους 160 έως 270 °F (Garono, L.E. et al., 1956).

4) Ενζυματική διαδικασία

Υπάρχουν ποικίλες διαδικασίες παρασκευής ζελατίνης με τη χρήση φυσικών ενζύμων (e.g., Vernon, J. et al., 1939). Τα πρωτεολυτικά ένζυμα όπως πεψίνη και προνάση συχνά χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την απόδοση και να μειώσουν το χρόνο της διαδικασίας παρασκευής ζελατίνης τύπου A (Hinterwaldner, R., 1977b).

4.3.5 Ιδιότητες

Η ζελατίνη είναι σχεδόν άγευστη και άοσμη (Food Chemicals Codex, 1996). Άλλες αξιοσημείωτες φυσικές και χημικές ιδιότητες είναι: α) άχρωμη ή λίγο κίτρινη, β) διαυγής, γ) ελαστική και δ) άοσμη (Budavari, S., 1996). Είναι μια πρωτεΐνη που έχει πολλές λειτουργικές ιδιότητες (Hudson, C.B., 1994) όπως σταθεροποιητής, παχυρευστοποιητής και γαλακτωματοποιητής. Διογκώνεται και απορροφά 5-10 φορές το βάρος της και δημιουργεί πηκτή σε υδατικά διαλύματα μεταξύ 30 έως 35 °C. Η ζελατίνη από ψάρι πήζει σε εύρος θερμοκρασίας μεταξύ 5-10 °C (Food Chemicals Codex, 1996). Αυτές οι πηκτές έχουν αυξημένο ιξώδες υπό πίεση και είναι θερμικά ανατρέψιμες. Γενικότερα, η ζελατίνη από ψάρι διαφέρει από τη ζελατίνη από βοοειδή ή χοίρους στο ότι έχει χαμηλό σημείο τήξεως και χαμηλή θερμοκρασία ζελατινοποίησης (Leuenberger, B.H., 1991).

Η ζελατίνη δημιουργεί μια πηκτή με ελάχιστη συγκέντρωση 0,5% w/w με pH από 4 έως 8. Ο αύξον δείκτης Bloom χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της δύναμης της πηκτής

(Bloom, O.T., 1925). Η εμπορική ζελατίνη ποικίλει από 90 έως 300 γραμμάρια Bloom (Igoe, R.S., 1983).

4.3.6 Χρήσεις

4.3.6.1 Χρήσεις για τρόφιμα

Η ζελατίνη έχει ένα σημαντικό αριθμό εφαρμογών και χρήσεων (Hudson, C.B., 1994; Kennan, T.R., 1994; Cole, B., 2000; Poppe, J., 1997; Ledward, D.A., 2000). Η πιο σημαντική χρήση της ζελατίνης είναι στα τρόφιμα και στα ποτά (Gass, T., 2001). Χρησιμοποιείται ως διαυγαστικός παράγοντας για το λευκό κρασί (Vine, R. et al., 1999), για τη διαύγεια μύρας (Brewers Resource, 2001), και για τη διαύγεια στους χυμούς των φρούτων και λαχανικών (Tressler, D.K. et al., 1954; Peterson, E.M. et al., 1978). Ειδικότερα, για εφαρμογές σε χυμούς η ζελατίνη σε συνδυασμό με μπεντονίτη προκαλεί πυκνό ίζημα ή θρόμβο μέσα στο χυμό ο οποίος διευκολύνει με καθίζηση τη διαύγεια της διαδικασίας (Gass, T., 2001). Η ζελατίνη χρησιμοποιείται στην παρασκευή γιαουρτιού (0,3 έως 0,5% w/w) ως παχυρευστοποιητής, στο ζαμπόν 2 έως 3% w/w και στη ζαχαροπλαστική (Igoe, R.S., 1983).

4.3.6.2 Άλλες χρήσεις

Η ζελατίνη χρησιμοποιείται για την προετοιμασία μικροβιολογικών καλλιεργειών διαφόρων μέσων. Η ζελατίνη επίσης χρησιμοποιείται και σαν πηγή αζώτου και αμινοξέων. Το σημείο τήξεως της πυκνότητας της ζελατίνης με συγκέντρωση 12% w/w το οποίο είναι μεταξύ 28 έως 30 °C της επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί σαν παράγοντας στερεοποίησης. Η ζελατίνη χρησιμοποιείται και ως κόλλα (Torr, D., 1954; Kennan, T.R., 1994). Επιπλέον χρησιμοποιείται σε εφαρμογές υφαντουργικών προϊόντων σε μεγάλες διαστάσεις όπως σακάκια, φορέματα ή στην τελική επεξεργασία για βαμβακερά, δερμάτινα, ακρυλικά και από ξύλο (Naghski, J., 1982).

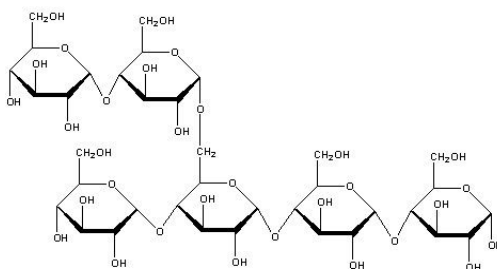
Οι κάψουλες ζελατίνης πολύ συχνά χρησιμοποιούνται στην ενθυλάκωση θεραπευτικών συστατικών και φαρμάκων (Ash, M. et al., 1997).

5. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

5.1 Ορισμός

Οι υδατάνθρακες είναι οργανικές ενώσεις, οι οποίες περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο του γενικού τύπου $C_n(H_2O)_n$ (Στρουθόπουλος, Θ., 2006).

Στην εικόνα 17 φαίνεται η δομή των υδατανθράκων.



Εικόνα 17: Η χημική δομή των υδατανθράκων (<http19>)

Στην ομάδα των υδατανθράκων ανήκουν το άμυλο και οι κυτταρίνες (πολυσακχαρίτες) και τα σάκχαρα (μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες). Παράγονται κατά τη φωτοσύνθεση και αποσπώνται από τα φυτά, για να χρησιμεύσουν ως πηγή ενέργειας σε βασικές διεργασίες μεταβολισμού. Αποτελούν μαζί με τα λιπίδια και τις πρωτεΐνες μια από τις κύριες ομάδες τροφίμων (Στρουθόπουλος, Θ., 2006).

5.1.1 Ρόλος των υδατανθράκων στα τρόφιμα

Η θρεπτική αξία των υδατανθράκων είναι σημαντική. Παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη γεύση και τη δομή των τροφίμων. Επίσης, μπορούν να επηρεάζουν σημαντικά το άρωμα των τροφίμων σε συνεργασία με άλλα συστατικά (Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

5.2 Πηγές υδατανθράκων

Το περισσότερο από το μισό οργανικό υλικό που βρίσκεται πάνω στη γη είναι υδατάνθρακες με εντονότερη την παρουσία τους στο φυτικό βασίλειο, ενώ η ποσότητα τους στο ζωικό βασίλειο είναι περιορισμένη (Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

Οι διατροφικά σημαντικοί υδατάνθρακες είναι πηγές γλυκόζης (Εικόνα 18) όπως η κρυσταλλική ζάχαρη, το άμυλο και οι διατροφικές ίνες (http20).



Εικόνα 18: Υδατάνθρακες (http21)

Τα φρούτα, τα λαχανικά και το μέλι είναι πηγές γλυκόζης και φρουκτόζης. Το γάλα περιέχει λακτόζη. Μαλτοδεξτρίνες υπάρχουν στο κριθάρι, ενώ τρόφιμα πλούσια σε άμυλο είναι το ψωμί, τα ζυμαρικά, το ρύζι, οι πατάτες, τα όσπρια και τα δημητριακά (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, 2008).

Η λήψη υδατανθράκων είναι σημαντική στην διατροφή. Ελέγχουν τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα για ασθενείς που έχουν διαβήτη και υπογλυκαιμία και μια δίαιτα πλούσια σε υδατάνθρακες ενισχύει την αντοχή των αθλητών. Οι υδατάνθρακες πρέπει να αποτελούν το 55-65% της ημερήσιας ενέργειας που καταναλώνει ένα άτομο. Αν και οι ανάγκες σε ενέργεια για κάθε άτομο είναι διαφορετικές, οι απαιτήσεις για υδατάνθρακες για υγιή άτομα είναι 300-350g ημερησίως (http20).

5.3 Κατηγορίες υδατανθράκων

Οι υδατάνθρακες αποτελούνται από σάκχαρα. Ανάλογα με τον αριθμό των σακχάρων που αποτελούν το μόριο τους διακρίνονται σε: μονοσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες και πολυσακχαρίτες.

5.3.1 Μονοσακχαρίτες

Οι μονοσακχαρίτες ή απλά σάκχαρα που είναι αλειφατικές πολυυδροξυαλδεΐδες και κετόνες, γενικά, με μια μη διακλαδισμένη C-αλυσίδα. Δεν μπορούν να υδrolυθούν σε

μικρότερες μονάδες. Στα τρόφιμα απαντούν η γλυκόζη και η φρουκτόζη (Belitz, H.D. et al., 2006; Στρουθόπουλος, Θ., 2006; Lackie, J.M. et al., 2002; Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

5.3.1.1 Ιδιότητες

Η πρόσληψη υγρασίας από τα σάκχαρα σε κρυσταλλική μορφή κυμαίνεται και εξαρτάται από τη δομή του σακχάρου, τα παρόντα ισομερή και την καθαρότητα του σακχάρου. Η διαλυτότητα ελαττώνεται καθώς τα σάκχαρα σχηματίζουν συμπαγή μάζα όπως συμβαίνει συχνά σε σκόνες ή κοκκοποιημένα σάκχαρα. Η συγκράτηση της υγρασίας στα τρόφιμα με πυκνά διαλύματα σακχάρων π.χ. υγρή γλυκόζη, χρησιμοποιείται ευρύτατα στην βιομηχανία τροφίμων.

Η διαλυτότητα των μονοσακχαριτών στο νερό είναι καλή και οι μονοσακχαρίτες είναι διαλυτοί σε μικρή έκταση στην αιθανόλη και αδιάλυτοι σε οργανικούς διαλύτες όπως ο αιθέρας, το χλωροφόρμιο ή το βενζόλιο.

Οι μονοσακχαρίτες με λίγες εξαιρέσεις είναι γλυκοί. Η β-D-μαννόζη έχει γλυκόπικρη γεύση. Τα ανάστροφα σάκχαρα, σιρόπια γλυκόζης που περιέχουν φρουκτόζη (υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη) όπως η σορβιτόλη είναι επίσης σημαντικά. Οι μονοσακχαρίτες διαφέρουν στην ποιότητα και την ένταση της γλυκιάς γεύσης (Belitz, H.D. et al., 2006).

5.3.2 **Ολιγοσακχαρίτες**

Ολιγοσακχαρίτες που το μόριο τους αποτελείται από δύο μέχρι δέκα μονάδες μονοσακχαριτών, συνδεδεμένες με γλυκοζιτικό δεσμό από την ομάδα του ενός μονοσακχαρίτη προς τον ανωμερικό άνθρακα του άλλου (Στρουθόπουλος, Θ., 2006; Lackie, J.M. et al., 2002; Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

5.3.2.1 Ιδιότητες

Η διαλυτότητα των ολιγοσακχαριτών στο νερό είναι καλή. Οι ολιγοσακχαρίτες με λίγες εξαιρέσεις είναι γλυκοί. Μερικοί ολιγοσακχαρίτες είναι πικροί όπως π.χ. η γεντιοβιόζη. Η κρυσταλλική ζάχαρη ξεχωρίζει από τα άλλα σάκχαρα για την ευχάριστη

γεύση ακόμη και σε υψηλές συγκεντρώσεις. Οι ολιγοσακχαρίτες υδρολύονται εύκολα από τα οξέα, ενώ είναι σχετικά σταθερά στις βάσεις (Belitz, H.D. et al., 2006).

5.3.3 Πολυσακχαρίτες

Οι πολυσακχαρίτες είναι πολυμερή που έχουν στο μόριο τους πάνω από δέκα μονάδες μονοσακχαριτών, συνδεδεμένες με γλυκοζιδικούς δεσμούς σε ευθύγραμμες ή διακλαδισμένες αλυσίδες (άμυλο, κυτταρίνη, γλυκογόνο, φυτικά κόμματα, πηκτίνες, κτλ.) (Στρουθόπουλος, Θ., 2006; Lackie, J.M. et al., 2002; Βαφοπούλου - Μαστρογιάννη, Α., 2003).

5.3.3.1 Ιδιότητες

Οι λειτουργικές ιδιότητες των πολυσακχαριτών ποικίλλουν από αδιάλυτες μορφές (κυτταρίνη) μέχρι εκείνες με καλή ικανότητα διόγκωσης και διαλυτότητα σε ζεστό και κρύο νερό (άμυλο, κόμμι γκουάρ). Τα διαλύματα μπορεί να παρουσιάσουν χαμηλό ιξώδες ακόμη και σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (αραβικό κόμμι), ή μπορεί να έχουν εξαιρετικά υψηλό ιξώδες ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις (κόμμι γκουάρ). Μερικοί πολυσακχαρίτες, ακόμη και σε χαμηλή συγκέντρωση, διατάσσονται σε μια θερμοαναστρέψιμη πηκτή (αλγινικά, πηκτίνη) (Ραφαηλίδης, Σ.Ν. et al., 2006).

5.4 Κρυσταλλική Ζάχαρη

5.4.1 Ιδιότητες

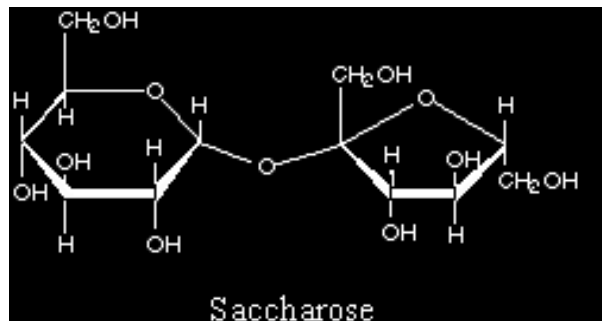
Είναι δισακχαρίτης (αποτελείται από γλυκόζη και φρουκτόζη) και απαντάται κυρίως στο ζαχαροκάλαμο (20%) και στα ζαχαρότευτλα (16%) και κατέχει την πρώτη θέση μεταξύ των γλυκαντικών υλών. Η παραγωγή της ανέρχεται σε 120 εκατομμύρια μετρικούς τόνους το χρόνο. Η κατανάλωση της στις ευρωπαϊκές χώρες κυμαίνεται μεταξύ 40 και 50kg ανά άτομο το χρόνο (Καρδούλης, Α.Γ., 2003). Είναι προϊόν ζαχαροπλαστικής (κρυσταλλική ζάχαρη 99,7%), κρυσταλλικής μορφής, ευδιάλυτο στο νερό και γλυκιάς γεύσης. Αποτελεί φυσικό προϊόν, που ανήκει στους υδατάνθρακες, κύριες ουσίες παροχής ενέργειας στον οργανισμό (Στρουθόπουλος, Θ., 2006).

5.4.2 Μορφές

Η κρυσταλλική ζάχαρη, ανάλογα με την επεξεργασία της διακρίνεται σε: ζάχαρη άχνη, ζάχαρη ημίλευκη, ζάχαρη λευκή, ζάχαρη σε κύβους, ζάχαρη διάλυμα, ζάχαρη υπέρλευκη, ζάχαρη καλαμοσάκχαρου μερικώς επεξεργασμένη, ζάχαρη μερικώς επεξεργασμένη, ζάχαρη ιμβερτοποιημένη διάλυμα, καντιοζάχαρη, μερικώς επεξεργασμένη ζάχαρη από καντιοζάχαρη (Καρδούλης, Α.Γ., 2003).

5.4.3 Χημικοί τύποι

Είναι δισακχαρίτης αποτελούμενος από D-γλυκόζη και από D-φρουκτόζη, συνδεδεμένες με ακεταλικό δεσμό μεταξύ των δυο ανωμερικών ανθράκων. Η μονάδα της γλυκόζης απαντάται με τη μορφή πυρανόζης ενώ η φρουκτόζη με τη μορφή της φουρανόζης. Η δομή της κρυσταλλικής ζάχαρης δίδεται στην εικόνα 19. Επειδή και οι δυο ανωμερικοί άνθρακες συνδέονται με την ακεταλική μορφή, η κρυσταλλική ζάχαρη είναι μη αναγωγικό σάκχαρο (<http22>).



Εικόνα 19: Η χημική δομή της κρυσταλλικής ζάχαρης (<http23>)

Η όξινη υδρόλυση της κρυσταλλικής ζάχαρης αποδίδει ένα ισομοριακό μίγμα D-γλυκόζης και D-φρουκτόζης. Η ίδια η κρυσταλλική ζάχαρη είναι δεξιόστροφη, έχοντας οπτική στροφή $[\alpha]_D = + 66^\circ$. Η D-γλυκόζη είναι επίσης δεξιόστροφη (το ισομοριακό μίγμα του α και β ανωμερούς έχει $[\alpha]_D = + 52.5^\circ$), αλλά η D-φρουκτόζη είναι ισχυρά αριστερόστροφη (το μίγμα ισορροπίας των α και β ανωμερών έχει $[\alpha]_D = - 92.4^\circ$) (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).

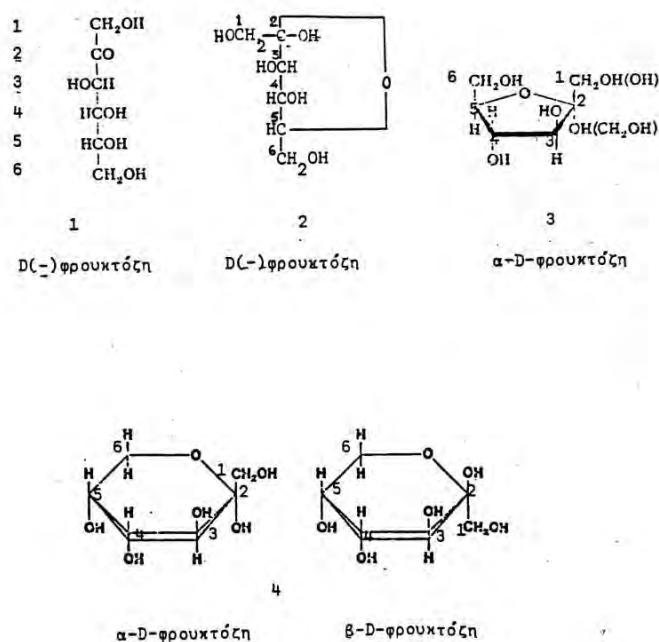
5.5 Φρουκτόζη

5.5.1 Ιδιότητες

Η φρουκτόζη είναι μονοσακχαρίτης. Η φρουκτόζη όπως και η γλυκόζη, παρουσιάζει ισχυρές αναγωγικές ιδιότητες και είναι αναγωγικό σάκχαρο (Πανέρας, Ε.Δ., 1992). Αποτελεί δομικό στοιχείο της σακχαρόζης και έχει τη μορφή λευκών κρυστάλλων, και έντονα γλυκιά γεύση. Αφθονεί στους γλυκούς καρπούς, τα φρούτα και το μέλι, όπου συνυπάρχει με τη γλυκόζη. Απαντάται επίσης στο μόριο του δισακχαρίτη σακχαρόζης αλλά και σε άλλες φυτικές ουσίες. Ο εμπειρικός τύπος της είναι $C_{16}H_{12}O_6$. Παράγεται κατά την υδρόλυση της σακχαρόζης και η γλυκαντική ισχύ της είναι 1,3 έως 1,4 (Στρουθόπουλος, Θ., 2006; Καρδούλης, Α.Γ., 2003).

5.5.2 Χημικοί τύποι

Η φρουκτόζη παραλαμβάνεται από το δισακχαρίτη σακχαρόζη με υδρόλυση με αραιό οξύ ή με το ένζυμο ιμβερτάση. Η φρουκτόζη έχει D διάταξη στο χώρο, είναι αριστερόστροφη και παριστάνεται ως D(-)φρουκτόζη (Εικόνα 20). Αρχικά η φρουκτόζη είχε ανοικτή αλυσίδα όπως τον τύπο (1), ο τύπος αυτός δεν ήταν ικανοποιητικός για να εξηγήσει την ιδιότητα της για το λόγω αυτό η φρουκτόζη παριστάνεται με κλειστή αλυσίδα που φαίνεται στον τύπο (2) και (3). Ο κυκλικός τύπος (3) παριστάνεται επίσης και ως εξαμελής δακτύλιος (τύπος 4). Για τους τύπους με κλειστή αλυσίδα έχουμε δύο ισομερή α και β. Η φρουκτόζη υπό ελεύθερη μορφή είναι συνήθως εξαμελής δακτύλιος (πυρανόζη). Η μορφή αυτή είναι σταθερότερη από τον αντίστοιχο πενταμελή δακτύλιο (φουρανόζη). Στον δισακχαρίτη σακχαρόζη, η φρουκτόζη έχει την μορφή του πενταμελούς δακτυλίου (τύπος 3) και όχι του εξαμελούς (τύπος 4) (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).



Εικόνα 20: Η χημική δομή της φρουκτόζης
(Πανέρας, Ε.Δ., 1992)

5.6 Γλυκόζη

5.6.1 Ιδιότητες

Είναι ο πιο διαδεδομένος στη φύση μονοσακχαρίτης. Αποτελεί την άμεση πηγή ενέργειας των κυττάρων καθώς και το σπουδαιότερο προϊόν της φωτοσύνθεσης. Οι ανάγκες, ιδιαίτερα του εγκεφάλου, σε γλυκόζη κυμαίνονται σε 5g την ώρα. Η γλυκαντική της ικανότητα, συγκρινόμενη με τη κρυσταλλική ζάχαρη, είναι μικρότερη κατά 30% (Καρδούλης, Α.Γ., 2003).

Η γλυκόζη βρίσκεται ως ελεύθερο σάκχαρο σε πολλά φρούτα με γλυκιά γεύση και στα ώριμα μήλα. Το μέλι περιέχει γλυκόζη σε μεγάλο ποσοστό. Επίσης η γλυκόζη αποτελεί συστατικό πολλών δισακχαριτών και πολυσακχαριτών όπως η σακχαρόζη, η μαλτόζη, η λακτόζη, το άμυλο και η κυτταρίνη. Ο εμπειρικός τύπος είναι C₆H₁₂O₆ και έχει στερεά, γλυκιά γεύση και σημείο τήξεως 145°C (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).

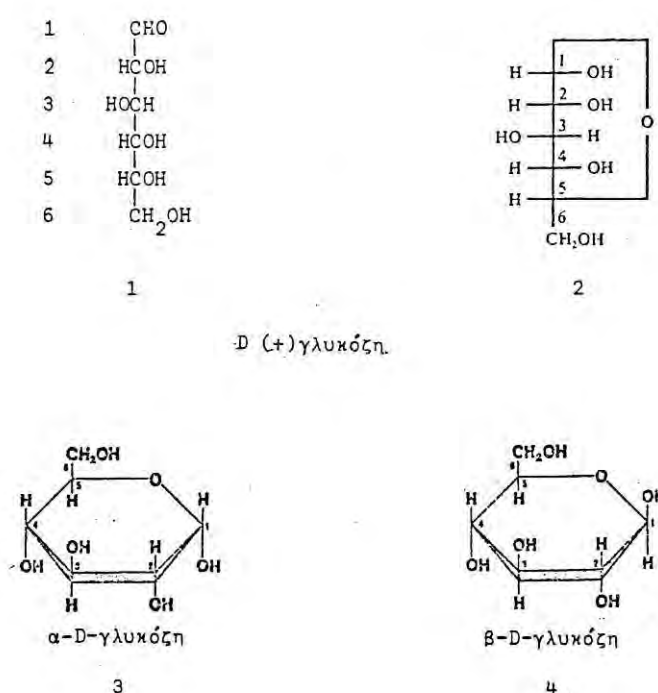
5.6.2 Χρήσεις

Η γλυκόζη χρησιμοποιείται για την παρασκευή προϊόντων ζαχαροπλαστικής. Στο εμπόριο κυκλοφορεί επίσης ως σιρόπι γλυκόζης. Το σιρόπι αυτό, που λαμβάνεται από

άμυλο, είναι καθαρισμένο και συμπυκνωμένο υδατικό διάλυμα θρεπτικών σακχαριτών. Έχει ξηρή ουσία, κατά βάρος, τουλάχιστον 70% w/w και χρησιμοποιείται ευρέως για την παρασκευή γλυκών του κουταλιού, διότι εμποδίζει την κρυστάλλωση της κρυσταλλικής ζάχαρης (Καρδούλης, Α.Γ., 2003).

5.6.3 Χημικοί τύποι

Στην εικόνα 21 φαίνεται η δομή της γλυκόζης. Στον τύπο (1) εμφανίζεται ότι τα υπό αριθμό 2,3,4 και 5 άτομα άνθρακα είναι ασύμμετρα για αυτό η γλυκόζη είναι οπτικά ενεργός ουσία. Επειδή η γλυκόζη στρέφει το επίπεδο του πολωμένου φωτός προς τα δεξιά καλείται δεξιόστροφος το οποίο συμβολίζεται με το σημείο (+) και προστίθεται στο όνομα της. Το πρόθεμα D αφορά την εμφάνιση στο χώρο του υδρογόνου και υδροξυλίου του υπό αριθμό 5 ατόμου άνθρακα (υδροξύλιο στα δεξιά παριστάνεται με το κεφαλαίο γράμμα D, υδροξύλιο στα αριστερά παριστάνεται με το κεφαλαίο γράμμα L). Η μορφή L(-) δεν βρίσκεται στη φύση αλλά έχει παρασκευασθεί εργαστηριακά (Πανέρας, Ε.Δ., 1992).



Εικόνα 21: Η χημική δομή της γλυκόζης
(Πανέρας, Ε.Δ., 1992)

6. ΡΕΟΛΟΓΙΑ

6.1 Γενικά

Η υφή μαζί με την εμφάνιση (χρώμα, σχήμα, μέγεθος κλπ.), τη γεύση-οσμή και τη θρεπτική αξία του προϊόντος αποτελούν βασικά κριτήρια καθορισμού της ποιότητας των τροφίμων. Με τον όρο υφή εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο τα διάφορα συστατικά και τα δομικά στοιχεία του τροφίμου είναι διαταγμένα και συνδυασμένα ώστε να σχηματίζουν τη μικροδομή και μακροδομή του. Από τη δομή του προϊόντος εξαρτάται η μηχανική συμπεριφορά του (π.χ. ρευστότητα, αντοχή στην παραμόρφωση). Πληροφορίες για την υφή δίνονται είτε από μηχανικές δοκιμασίες, στις οποίες υποβάλλεται ένα προϊόν με ειδικά όργανα (αντικειμενικός χαρακτηρισμός), ή από την οργανοληπτική εξέταση του. Η μελέτη της υφής των τροφίμων είναι απαραίτητη για τους ακόλουθους λόγους:

- 1) Εκτίμηση της αντίστασης του προϊόντος σε μηχανικές διεργασίες, όπως π.χ. η μηχανική συγκομιδή φρούτων και λαχανικών.
- 2) Εκτίμηση της μηχανικής συμπεριφοράς των τροφίμων κατά την επεξεργασία, διακίνηση και αποθήκευση τους.
- 3) Εκτίμηση της μηχανικής συμπεριφοράς του προϊόντος κατά την κατανάλωση του (οργανοληπτικές ιδιότητες) (Μπιλιαδέρης, Κ.Γ., 1998).

Τα υλικά των τροφίμων έχουν ιδιότητες όπως χρώμα, οσμή, γεύση και μορφή. Η τελευταία ιδιότητα εξαρτάται από τη φυσική δομή η οποία μπορεί να είναι ένα απλό διάλυμα όπως το μέλι σε συστήματα με πολλά στοιχεία όπως οι κρέμες (μαγιονέζα, κυτταρικές δομές (φρούτα), ινώδεις δομές (κρέας)). Συγκεκριμένα πολλά από αυτά μπορούμε να τα περιγράψουμε ως σκληρά ή μαλακά, τρυφερά ή σκληρά, εύθραυστα ή ελαστικά, ή λεία ή κολλώδη. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά της δομής της τροφής μπορούν να καθοριστούν με μια φυσική προσέγγιση με τη χρήση δυνάμεων, παραμορφώσεων και της σχέσης τους με το χρόνο. Αυτός ο κλάδος της φυσικής ονομάζονται ρεολογία και είναι η επιστήμη της παραμόρφωσης της δομής (Giannouli, P., 2001).

Η ρεολογία προέρχεται από την ελληνική λέξη «ρέω» και αναφέρεται στη μελέτη της παραμόρφωσης του δείγματος με την εφαρμογή μιας δύναμης ή με τον καθορισμό της

μηχανικής αντίστασης του δείγματος στην εφαρμογή μιας παραμόρφωσης. Όταν μια δύναμη εφαρμόζεται σε ένα υλικό μπορεί αυτό να παραμορφωθεί ελαστικά ή να σπάσει. Μετά την απομάκρυνση της δύναμης από το υλικό αυτό μπορεί να επανέρθει στην αρχική του μορφή. Αυτές οι αλλαγές στην παραμόρφωση προέρχονται από την φύση του υλικού και μπορεί να είναι γρήγορες ή σε μερικές περιπτώσεις πολύ αργές (περισσότερο από μερικές ώρες ή ακόμη και χρόνια) (Giannouli, P., 2001).

Η ρεολογική μελέτη των συστημάτων των τροφών είναι πολύ σημαντική γιατί επιτρέπει τον χαρακτηρισμό μηχανικών ιδιοτήτων των τροφίμων. Στην βιομηχανία τροφίμων η ρεολογία χρησιμοποιείται για:

- 1) Ποιοτικό έλεγχο τροφίμων με αντικειμενική μέτρηση μηχανικής αντίστασης
- 2) Έλεγχος μεταβολών κατά την επεξεργασία τροφίμων (Giannouli, P., 2001).

Σε βασικά επίπεδα έρευνας οι ρεολογικές μετρήσεις χρησιμοποιούνται για:

- 1) Έλεγχο ιδιοτήτων των πηκτωμάτων σε βιοπολυμερικά συστήματα (χρόνος ζελατινοποίησης, θερμοκρασία κλπ)
- 2) Καθορισμό τύπου δομής όσον αφορά την εξάρτηση στον χρόνο
- 3) Βοήθεια στο καθορισμό του μεγέθους και του σχήματος ατομικών μακρομορίων πραγματοποιώντας μετρήσεις ιξώδους (Giannouli, P., 2001).

6.2 Χαρακτηριστικά της υφής των τροφίμων

1) Μηχανικά Χαρακτηριστικά

Πρωτεύοντα: α) Σκληρότητα, β) ιξώδες, γ) ελαστικότητα, δ) συνάφεια, ε) συνεκτικότητα.

Δευτερεύοντα: α) ευθραστότητα, β) αντοχή στη μάσηση, γ) κολλώδης χαρακτήρας.

2) Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

α) Μέγεθος και κατανομή μεγέθους, β) σχήμα και διάταξη σωματιδίων

3) Λοιπά χαρακτηριστικά

Είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα που σχετίζονται με την περιεκτικότητα του τροφίμου σε νερό (π.χ. υδαρές-υγρό-ξηρό) ή λίπος (π.χ. ελαιώδες) (Μπιλιαδέρης, Κ.Γ., 1998).

6.3 Αντικειμενικός προσδιορισμός της υφής - παραμόρφωση, τάση

Ο αντικειμενικός προσδιορισμός της υφής ανήκει στον κλάδο της ρεολογίας (Μπιλιαδέρης, Κ.Γ., 1998). Στο ρεολογικό χαρακτηρισμό των τροφίμων εκτός από τις δυνάμεις και τις παραμορφώσεις μεγάλη σημασία έχουν και οι παράγοντες χρόνος και θερμοκρασία. Οι παραμορφώσεις είναι δύο τύπων: α) αντιστρεπτές, οπότε γίνεται λόγος για ελαστικότητα και επανάκτηση του αρχικού σχήματος του υλικού μετά την απομάκρυνση της εφαρμοζόμενης τάσης, β) μη αντιστρεπτές, όταν μέρος της ενέργειας χάνεται υπό μορφή θερμότητας στο περιβάλλον ενώ παράλληλα έχουμε και ροή (Μπιλιαδέρης, Κ.Γ., 1998).

Όταν μια εξωτερική δύναμη εφαρμόζεται σ'ένα σώμα διακρίνουμε τρία είδη παραμορφώσεων: εφελκυσμού, συμπίεσης ή θλίψης και διάτμησης. Τάση είναι η δύναμη που εφαρμόζεται ανά μονάδα επιφάνειας. Ενώ οι τάσεις εφελκυσμού και συμπίεσης επενεργούν κάθετα, οι διατμητικές τάσεις κατευθύνονται εφαπτομενικά στο επίπεδο εφαρμογής τους. Η τάση συμβολίζεται διεθνώς με το γράμμα σ (τάσεις εφελκυσμού και συμπίεσης) ή τ (συνήθως για διατμητικές τάσεις) και έχει μονάδες dynes.cm^{-2} (C.G.S) και N.m^{-2} (Pa) ή παράγωγα του (S.I.). Με τον όρο παραμόρφωση εννοούμε την αλλαγή του σχήματος και των διαστάσεων ενός σώματος από την εφαρμογή μιας τάσης. Η παραμόρφωση συμβολίζεται διεθνώς με το γράμμα ϵ ή γ , έχει μονάδες (s^{-1}) και εκφράζεται συχνά με την αναλογία $\epsilon = (S - S_0)/S_0$ (όπου S_0 και S είναι η αρχική και η νέα διάσταση του σώματος μετά την εφαρμογή της τάσης) ή επί τοις εκατό αυτού του λόγου. Πέραν της γραμμικής παραμόρφωσης (π.χ. εφελκυσμού $\epsilon = \Delta L/L$) είναι δυνατό επίσης να έχουμε και μεταβολή όγκου με την εφαρμογή υδροστατικής πίεσης (δηλαδή $\epsilon = \Delta V/V$). Τέλος, για ρευστά υλικά επειδή η παραμόρφωση τους είναι πολύ μεγάλη εφαρμόζεται ο όρος ταχύτητα ή ρυθμός παραμόρφωσης $\gamma = d\gamma/dt$ (Μπιλιαδέρης, Κ.Γ., 1998).

6.4 Κατηγορίες ρεολογικής συμπεριφοράς

Από άποψη χαρακτηρισμού των ρεολογικών ιδιοτήτων τα πλέον απλά συστήματα είναι τα ομογενή και ισότροπα σώματα που εμφανίζουν την ίδια σύσταση, δομή και φυσικές ιδιότητες σ' όλη την έκταση της μάζας. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ιδανικά στερεά, ρευστά και πλαστικά σώματα. Τα τρόφιμα όμως είναι σύνθετα συστήματα με ποικίλες μορφές, π.χ. διαλύματα (αμυλοσιρόπια), κρυσταλλικά και ημικρυσταλλικά στερεά (βούτυρο, μαργαρίνες, άμυλο), άμορφα στερεά (καραμέλες), φυτικά ή ζωικά τμήματα ιστών (κρέας, λαχανικά), αιωρήματα-γαλακτώματα (κρέμες, παιδικές τροφές, γάλα), πηκτές (μαρμελάδες), ετερογενή συστήματα πολλών φάσεων (μαγιονέζα, κρεατοσκευάσματα). Παρόλο που μόνο ένας μικρός σχετικά αριθμός τροφίμων εμφανίζει ιδανική ρεολογική συμπεριφορά η παρακάτω θεώρηση του ιδανικού στερεού, ρευστού και πλαστικού σώματος κρίνεται αναγκαία για την περιγραφή των ρεολογικών ιδιοτήτων των πραγματικών συστημάτων τροφίμων.

1) Ιδανικό στερεό

Στην συμπεριφορά του ιδανικού στερεού ή του ιδανικού ελαστικού σώματος, η σχέση τάσης – παραμόρφωσης είναι γραμμική, εφόσον το υλικό υπόκειται σε μικρές μόνο παραμορφώσεις. Δηλαδή ισχύει η σχέση $\sigma = \kappa \cdot \gamma$ (Νόμος του Hooke). Για γραμμικές παραμορφώσεις που οφείλονται σε τάσεις εφελκυσμού ($\gamma = \Delta L / L$) ή συμπίεσης ($\gamma = -\Delta L / L$) έχουμε τη σταθερά ελαστικότητας ή μέτρο του Young $E = \sigma / \gamma$. Για τα εύκαμπα υλικά η E έχει μικρή τιμή. Όταν η εφαρμοζόμενη τάση είναι διατμητική, τότε η σταθερά αναλογίας καλείται μέτρο διάτμησης G . Το μέτρο διάτμησης είναι περίπου 2-3 φορές μικρότερο από το μέτρο του Young. Τέτοια συμπεριφορά πλησιάζει το καουτσούκ.

2) Ιδανικό υγρό

Τα ιδανικά ή Νευτώνια υγρά είναι ασυμπίεστα και ισότροπα υλικά που δεν έχουν ελαστικές ιδιότητες. Όταν μια διατμητική τάση εφαρμόζεται σ' ένα ρευστό (π.χ. στην ανάδευση ή άντληση) προκαλείται παραμόρφωση (ροή) η οποία έχει μόνιμο χαρακτήρα. Υγρά προϊόντα που πλησιάζουν την Νευτώνια συμπεριφορά είναι τα διαλύματα κρυσταλλικής ζάχαρης ή αλατιού και λάδια.

3) Μη ιδανική ρεολογική συμπεριφορά

Όλα τα τρόφιμα συμπεριφέρονται ανάμεσα στα όρια του ιδανικού υγρού και ιδανικού στερεού (ιξωδοελαστική συμπεριφορά) (Μπιλιαδέρης, Κ.Γ., 1998).

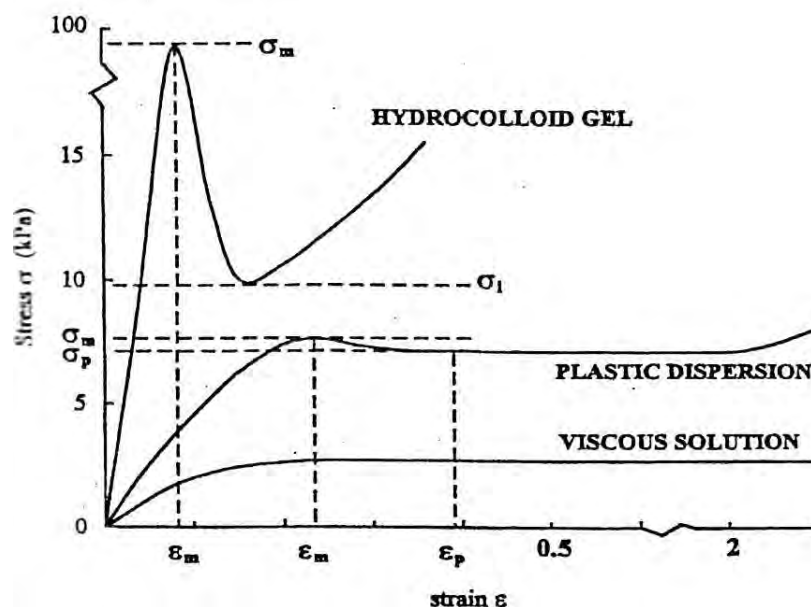
6.5 Ρεολογικός χαρακτηρισμός των βιοπολυμερικών συστημάτων

Οι ρεολογικές μετρήσεις διαιρούνται σε 2 κατηγορίες σύμφωνα με τις συνθήκες της παραμόρφωσης. Μετρήσεις μικρής παραμόρφωσης γίνονται υπό συνθήκες χαμηλών παραμορφώσεων έτσι ώστε να μην υπερβαίνει την γραμμική ιξωδοελαστική περιοχή, δηλαδή σε αρκετά μικρές παραμορφώσεις ώστε η δομή του δείγματος να μην «ταράζεται» από τοπική παραμόρφωση. Σε αντίθεση, σε πειράματα με μεγάλη παραμόρφωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν υψηλές παραμορφώσεις και οι μετρήσεις είναι καλές έξω από τη γραμμική ιξωδοελαστική περιοχή. Οι τελευταίες μετρήσεις είναι χρήσιμες για τον χαρακτηρισμό υλικών τροφίμων τα οποία χρησιμοποιούνται υπό συνθήκες υψηλών παραμορφώσεων όπως αλιφοειδή. Για να πάρουμε πληροφορίες για την μικροδομή των βιοπολυμερικών διαλυμάτων και των πηκτωμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται σαν υλικά τροφίμου χρειάζεται να μελετήσουμε τις μηχανικές ιδιότητες του αδιατάραχτου συστήματος και επομένως χρειάζονται τεχνικές μικρής παραμόρφωσης (Giannouli, P., 2001).

6.5.1 Πειράματα πίεσης μεγάλης παραμόρφωσης

Η ρεολογία μεγάλης παραμόρφωσης (Εικόνα 22) χρησιμοποιείται συνήθως στην βιομηχανία τροφίμων για την μελέτη και σύγκριση της ροής και την διάσπαση ιδιοτήτων των υλικών των τροφίμων και του τελικού προϊόντος. Η μέθοδος αναφέρεται σε πείραμα πίεσης στα οποία ένα δείγμα τοποθετείται μεταξύ δύο πιάτων ένα από οποία κινείται προς το άλλο με ένα καθορισμένο γνωστό ρυθμό. Η δύναμη η οποία χρειάζεται να παραμορφώσει το δείγμα ελέγχεται και χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τις ιδιότητες διάσπασης του δείγματος. Αυτός ο τύπος πειράματος μοιάζει με τη φυσική διαδικασία του «μασήματος» και «κατάποσης» και συχνά χρησιμοποιείται για σύγκριση με αποτελέσματα από πάνελ δοκιμής. Η εικόνα 22 δείχνει τυπικά προφίλ τάσης/παραμόρφωσης για το πηκτωμα, την πλαστική διασπορά και το ιξώδες διάλυμα. Στην περίπτωση της πηκτής

υδροκολλοειδούς, διασπασμός του δείγματος φαίνεται καθαρά με τη μέγιστη τάση σ_m (τάση παραγωγής) το οποίο συμβαίνει στη παραμόρφωση παραγωγής ε_m . Αυτή η υψηλή τιμή μειώνεται σημαντικά για την πλαστική διασπορά και συμβαίνει σε υψηλές τιμές για το ε_m . Για ιξώδες διάλυμα η καμπύλη της τάσης υψώνεται με μια σταθερή τιμή. Η Texture Profile Analysis (TPA) είναι μια τεχνική για την ανάλυση της δομής κατά την διαδικασία του «μασήματος» της τροφής και ανακαλύφθηκε το 1960 από την General Foods (Szczeniak, A.S., 1963). Χαρακτηριστικά της δομής της τροφής, όπως ευθραυστότητα, σκληρότητα, κολλώδης χαρακτήρας, προέρχονται από το προφίλ της τάσης-παραμόρφωσης που προέρχεται από το «two-bite» και συμπεριλαμβάνει δύο πιέσεις στο δείγμα με καθορισμένο διάστημα μεταξύ των δύο πιέσεων (Giannouli, P., 2001).



Εικόνα 22: Ιδανικά προφίλ δύναμης-παραμόρφωσης από πείραμα πίεσης σε πηκτή υδροκολλοειδούς, πλαστική διασπορά και ιξώδες διάλυμα (Giannouli, P., 2001)

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

7. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

7.1 Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

7.1.1 Περιγραφή Πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το 2009, στο Αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο και αφορούσε σε 5 διαφορετικούς πληθυσμούς στέβιας προέλευσης, Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς, Διετής Φυτεία (φυτά ηλικίας 2 ετών με προέλευση από Βελεστίνο, επέζησαν στις θερμοκρασίες του χειμώνα και η αναβλάστηση αρχίζει την επόμενη Άνοιξη συνήθως το Μάρτιο)

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας έγινε ελαφρά κατεργασία με καλλιεργητή προετοιμασίας (2-3 φορές) στις 12/5/2009 όπως και φρεζάρισμα (2 φορές) στις 14/5/2009 και ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνου ethalfluralin (εμπορικό σκεύασμα Sonalan) με δόση 350mL/Στρ. Η χάραξη και η εγκατάσταση των πειραματικών τεμαχίων έγινε στις 15/5/2009. Η μεταφύτευση των σπορόφυτων έγινε την ίδια μέρα. Η απόσταση μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων ήταν 2m.

Τα πειραματικά τεμάχια ήταν 5, ένα για καθένα από τους 5 διαφορετικής προέλευσης πληθυσμούς, Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο). Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις $3,75 \times 6 = 22,5 \text{ m}^2$. Κάθε τεμάχιο είχε 5 γραμμές και σε κάθε γραμμή 20 φυτά και συνολικά στις 5 γραμμές υπήρχαν 100 φυτά. Οι αποστάσεις μεταξύ και ανάμεσα των γραμμών ήταν $75 \times 30 \text{ cm}$, αντίστοιχα. Οι παρατηρήσεις λαμβάνονταν από τις μεσαίες γραμμές. Έγιναν 19 ποτίσματα και 4 σκαλίσματα.

7.1.2 Καλλιεργητικές Φροντίδες

1) Έδαφος

Σύμφωνα με την εδαφολογική μελέτη και τον εδαφολογικό χάρτη του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, η περιοχή στην οποία πραγματοποιήθηκε το πείραμα περιλαμβάνει εδάφη τα οποία κατά την Εδαφολογική Ταξινόμηση του Υπουργείου Γεωργίας των Η.Π.Α (Soil Taxonomy, 1992) κατατάσσονται στα Xerochrepts των Inceptisols στην υποομάδα Calcic. Είναι εδάφη επίπεδα, οριζόντια, χωρίς προβλήματα διάβρωσης με κατάσταση υδρομορφίας άριστη. Ο βαθμός οξύτητας είναι αλκαλικός αλλά

δεν αποτελεί πρόβλημα ή κίνδυνο για απόθεση αλάτων και δημιουργία παθογένειας (Μήτσιος, I.K. et al., 2000).

2) Άρδευση (mm)

Διάμετρος σταλακτηφόρου σωλήνα (φ20): 20mm = 20kg σε 1m² ή 20t (20m³) στο 1Στρ.

Σταλάκτες πάνω στη γραμμή και στις 5 γραμμές

Απόσταση μεταξύ σταλάκτων: 33cm

Παροχή σταλάκτη: 4L/h

Απόσταση μεταξύ των γραμμών: 75cm

0,75 m x 5 = 3,75m

Πειραματικό τεμάχιο: 6m x 3,75m = 22,5 m²

5 σταλακτηφόροι σωλήνες \Rightarrow κάθε σταλακτηφόρος σωλήνας έχει 6m μήκος με 18 σταλάκτες (6m/0,33m) \Rightarrow Σύνολο σταλάκτων: 5 x 18 = 90 σταλάκτες \Rightarrow

90 σταλάκτες x 4L/h = 360 L/h και σε 22,5 m²

$$x = \frac{1000 \text{ m}^2}{22,5}$$

$$x = 360 * 1000 / 22,5$$

$$x = 16,000\text{L ή } 16 \text{ m}^3 \text{ ή } 16\text{mm νερού άρδευσης/1Στρ.}$$

Η άρδευση (mm) τους μήνες Μάιο έως Δεκέμβριο σε κάθε πληθυσμό το 2009 φαίνεται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6: Άρδευση (mm) τους μήνες Μάιο έως Δεκέμβριο σε κάθε πληθυσμό το 2009

Ημερομηνία	Ώρα	Ποσότητα
15/05/2009	1.00	16
16/05/2009	1.00	16
19/05/2009	2.30	37
23/05/2009	1.30	21
28/05/2009	1.00	16
04/06/2009	1.00	16
24/06/2009	2.00	32
16/07/2009	1.30	21
24/07/2009	2.30	37

27/07/2009	2.00	32
30/07/2009	2.00	32
04/08/2009	2.00	32
03/08/2009	2.00	32
07/08/2009	1.00	16
14/08/2009	2.00	32
20/08/2009	3.30	53
28/08/2009	2.00	32
01/09/2009	3.00	48
08/09/2009	2.00	32

3) Σκαλίσματα

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν σ'όλους τους πληθυσμούς 4 σκαλίσματα στις ημερομηνίες 11/06/2009, 22/06/2009, 06/07/2009 και 18/08/2009.

4) Μέση βροχόπτωση (mm)

Η μέση βροχόπτωση (mm) τους μήνες Μάιο έως Δεκέμβριο σε κάθε πληθυσμό το 2009 φαίνεται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Μέση βροχόπτωση (mm) τους μήνες Μάιο έως Δεκέμβριο σε κάθε πληθυσμό το 2009

Μήνες	Μέση Βροχόπτωση mm			
	1ο Δεκαήμερο	2ο Δεκαήμερο	3ο Δεκαήμερο	Σύνολο
Μάιος	5.50	1.20	16.60	23.30
Ιούνιος	-	-	35.00	35.00
Ιούλιος	16.80	-	-	16.80
Αύγουστος	-	11.50	-	11.50
Σεπτέμβριος	12.50	76.10	1.90	90.50
Οκτώβριος	1.50	15.10	73.80	90.40

Νοέμβριος	25.40	0.30	1.50	27.20
Δεκέμβριος	95.10	30.70	10.10	135.90

5) Μέση θερμοκρασία εδάφους (°C)

Η μέση θερμοκρασία εδάφους (°C) και μέση θερμοκρασία αέρα (°C) για τους μήνες Μάιο έως Δεκέμβριο σε κάθε πληθυσμό το 2009 φαίνεται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Μέση θερμοκρασία εδάφους (°C) και μέση θερμοκρασία αέρα (°C) για τους μήνες Μάιο έως Δεκέμβριο σε κάθε πληθυσμό το 2009

Μήνες	Μέση θερμοκρασία εδάφους	Μέση θερμοκρασία αέρα
Μάιος		
2ο Δεκαήμερο	26.44	21.61
3ο Δεκαήμερο	27.65	21.98
Σύνολο	54.09	43.59
Ιούνιος		
1ο Δεκαήμερο	29.05	24.64
2ο Δεκαήμερο	32.49	25.35
3ο Δεκαήμερο	28.08	23.25
Σύνολο	89.62	73.24
Ιούλιος		
1ο Δεκαήμερο	29.28	25.86
2ο Δεκαήμερο	32.42	27.43
3ο Δεκαήμερο	32.90	27.32
Σύνολο	94.60	80.61
Αύγουστος		
1ο Δεκαήμερο	33.71	26.69
2ο Δεκαήμερο	30.95	25.18
3ο Δεκαήμερο	31.78	25.07
Σύνολο	96.44	76.94
Σεπτέμβριος		
1ο Δεκαήμερο	27.61	23.31
2ο Δεκαήμερο	22.56	20.81
3ο Δεκαήμερο	21.07	18.50
Σύνολο	71.24	62.62
Οκτώβριος		
1ο Δεκαήμερο	20.89	19.96
2ο Δεκαήμερο	17.22	16.18

3ο Δεκαήμερο	15.64	15.51
Σύνολο	53.75	51.65
Νοέμβριος		
1ο Δεκαήμερο	12.97	13.38
2ο Δεκαήμερο	11.30	10.59
3ο Δεκαήμερο	9.14	9.78
Σύνολο	33.41	33.75
Δεκέμβριος		
1ο Δεκαήμερο	10.39	10.64
2ο Δεκαήμερο	8.24	7.83
3ο Δεκαήμερο	9.21	10.40
Σύνολο	27.84	28.87

7.1.3 Παρατηρήσεις

α) Ύψος φυτού: στις 30 ημέρες (12 Ιουνίου 2009), στις 60 ημέρες (17 Ιουλίου 2009) και στη συγκομιδή (26 Αυγούστου 2009) 20 τυχαίων φυτών σε κάθε πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο).

β) Χλωρό βάρος στελέχους, Χλωρό βάρος φύλλων και Χλωρό βάρος φυτού: στις 30 ημέρες (12 Ιουνίου 2009), στις 60 ημέρες (20 Ιουλίου 2009) και συγκομιδή (26 Αυγούστου 2009) 10 τυχαίων φυτών σε κάθε πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο).

γ) Ξηρό βάρος στελέχους, Ξηρό βάρος φύλλων και το Ξηρό βάρος φυτού: στις 30 ημέρες (26 Ιουνίου 2009), 60 ημέρες (29 Ιουλίου 2009) και στη συγκομιδή (2 Σεπτεμβρίου 2009 τα φύλλα και 17 Σεπτεμβρίου 2009 το στέλεχος) 10 τυχαίων φυτών σε κάθε πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο).

δ) Περιεκτικότητα πληθυσμού επί τοις % σε στεβιοσίδη: σε κάθε πληθυσμό στη συγκομιδή πάρθηκαν δείγματα φύλλων τα οποία μετά την ξήρανση και το άλεσμα τους αναλύθηκαν για τη συγκέντρωση της γλυκαντικής ουσίας τους (Στεβιοσίδη, Ρεμπαουδιοσίδη Α και στεβιοσίδη) στο Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) και ειδικότερα στην Ερευνητική Μονάδα του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων στην Αθήνα.

ε) Γενικές παρατηρήσεις: (Προσβολές, Ανθήσεις, Σποροποίηση κ.ά.)

Γενικές παρατηρήσεις σε διάφορους πληθυσμούς στέβιας φαίνονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Γενικές παρατηρήσεις σε διάφορους πληθυσμούς στέβιας

Ημερομηνία	Παρατηρήσεις σε πληθυσμό προέλευσης
22/5/2009	1) Κατερίνη : 1 ξηρό φυτό λόγω κακής μεταχείρισης 2) Βελεστίνο, Κιλκίς, Καρδίτσα και στη Διετή Φυτεία (Βελεστίνο) 100% επιτυχία εγκατάστασης δηλ. καμία απώλεια φυτών 3) <u>Ζιζάνια σ'όλη τη φυτεία</u> : αγριομελιτζάνα, βέλιουρας
29/5/2009	1) Σ'όλους τους πληθυσμούς 100% επιτυχία εγκατάσταση 2) <u>Ζιζάνια σ'όλη τη φυτεία</u> : αγριομελιτζάνα, βέλιουρας, τριβόλι, κύπερη, χρωζοφόρα, περικοκλάδα, τάτουλας, αγριοντομάτα, γλιστρίδα, βλήτο 3) Αρχισε η έκπτυξη νέων φύλλων σ'όλη τη φυτεία (4-6 φύλλα, 1-2 ζεύγη καινούργια φύλλα)
5/6/2009	1) Κιλκίς : 2 ξηρά φυτά 2) Βελεστίνο, Κατερίνη, Καρδίτσα και στη Διετή Φυτεία (Βελεστίνο) 100% επιτυχία εγκατάστασης δηλ. καμία απώλεια φυτών 3) <u>Ζιζάνια</u> σ'όλη τη φυτεία: αγριομελιτζάνα, βέλιουρας, τριβόλι, κύπερη, χρωζοφόρα, περικοκλάδα, τάτουλας, αγριοντομάτα, γλιστρίδα, βλήτο τραχύ 4) 1 καινούργιο ζεύγος φύλλων
12/6/2009	1) Βελεστίνο : λείπει 1 φυτό 2) Κατερίνη, Κιλκίς, Καρδίτσα και στη Διετή Φυτεία (Βελεστίνο) 100% επιτυχία εγκατάστασης δηλ. καμία απώλεια φυτών 3) <u>Ζιζάνια</u> σ'όλη τη φυτεία: ίδια με 5/6/2009 4) Ασθένειες: Αλτερνάρια στο Βελεστίνο 1 φυτό

	5) Έναρξη έκπτυξης πλάγιων βλαστών
26/6/2009	<p>1) Βελεστίνο και Καρδίτσα: λείπει 1 φυτό</p> <p>2) Κιλκίς, Κατερίνη και στη Διετή Φυτεία (Βελεστίνο) 100% επιτυχία εγκατάστασης δηλ. καμία απώλεια φυτών</p> <p>3) <u>Ζιζάνια</u> σ'όλη τη φυτεία: ίδια με 5/6/2009</p> <p>4) Βελεστίνο και Καρδίτσα: 1 φυτό με Κηλιδωτός Ιός Μαρασμού της Ντομάτας (Tomato Spotted With Virus, TSWV) από Θρίπα και προκαλεί χονδρά, εύθραυστα φύλλα με νεύρα ιώδη</p>
17/7/2009	<p>1) Βελεστίνο: 1φυτό λείπει και 1 φυτό TSWV, Κατερίνη: 3 φυτά λείπουν και 2 φυτά άρχισαν να ανθίζουν, Καρδίτσα: 1φυτό ξηρό, 2 φυτά λείπουν, 1 φυτό TSWV, 2 φυτά άρχισαν να ανθίζουν, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο): 1 φυτό άρχισε να ανθίζει, Κιλκίς: 100% επιτυχία εγκατάστασης της καλλιέργειας</p> <p>2) <u>Ζιζάνια</u> σ'όλη τη φυτεία: ίδια με 5/6/2009</p>
20/7/2009	<p>1) Βελεστίνο: 2 φυτά Αδρομύκωση και 1 φυτό TSWV, Καρδίτσα: 1 φυτό TSWV</p> <p>2) <u>Κλειστά άνθη:</u> Κατερίνη: 2 φυτά, Βελεστίνο: 1 φυτό</p> <p>3) <u>Εμφάνιση πρώτων ανοικτών ανθέων:</u> Κατερίνη: 2 φυτά, Κιλκίς: 1 φυτό, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο): 2 φυτά</p> <p>4) <u>Ζιζάνια</u> σ'όλη τη φυτεία: ίδια με 5/6/2009</p>
29/7/2009	<p>1) Καρδίτσα: 2 φυτά Αδρομύκωση, 4 φυτά λείπουν, 3 φυτά άρχισαν να ανθίζουν και 1 φυτό TSWV, Κατερίνη: 5 φυτά άρχισαν να ανθίζουν, Βελεστίνο: 1 φυτό Αδρομύκωση, 2 φυτά λείπουν, 6 φυτά άρχισαν να ανθίζουν και 1 φυτό TSWV, Κιλκίς: 1 φυτό με κλειστά άνθη, 3 φυτά άρχισαν να ανθίζουν, 1 φυτό ξηρό, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο): 5 φυτά άνθισαν</p> <p>2) <u>Ζιζάνια</u> σ'όλη τη φυτεία: ίδια με 5/6/2009</p>

Γενικές παρατηρήσεις σε διάφορους πληθυσμούς στέβιας φαίνονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10: Γενικές παρατηρήσεις σε διάφορους πληθυσμούς στέβιας

Πληθυσμός Προέλευσης	Παρατηρήσεις					
	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ
25/8/2009						
Βελεστίνο	3	-	17	16	-	-
Καρδίτσα	6	-	20	3	-	-
Κατερίνη	6	-	20	14	-	-
Κιλκίς	2	-	25	7	-	-
Διετής Φυτεία	3	-	38	1	-	-
Βελεστίνο και Καρδίτσα: 1 φυτό TSWV						
Ποσοστό Ανθίσματος: Φυτά ανθισμένα (ΕΑ+Α) / μεγάλα φυτά (80) = 161/80 * 100 = 201,25 %						
22/9/2009						
Βελεστίνο	-	2	21	39	4(10%),2(50%),3(80%)	1
Καρδίτσα	9	9	26	30	7(10%),3(50%)	4
Κατερίνη	6	6	18	39	5(10%),3(50%),2(80%)	3
Κιλκίς	4	6	21	39	3(10%),3(50%),2(80%)	2
Διετής Φυτεία	5	5	12	49	5(10%),4(50%)	-
Βελεστίνο και Καρδίτσα: 1 φυτό TSWV						
Ποσοστό Ανθίσματος: Φυτά ανθισμένα (ΕΑ+Α) / μεγάλα φυτά (70) = 292/70 * 100 = 417,14 %						
29/9/2009						
	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ

Βελεστίνο	2	2	10	40	6(10%),9(50%),4(80%)	1
Καρδίτσα	11	10	9	39	8(10%),8(50%),2(80%)	4
Κατερίνη	11	11	5	37	15(10%),5(50%),4(80%)	4
Κιλκίς	6	7	13	43	5(10%),4(50%),3(80%)	2
Διετής Φυτεία	5	5	4	54	4(10%),8(50%)	-
Ποσοστό Ανθίσματος: Φυτά ανθισμένα (ΕΑ+Α) / μεγάλα φυτά (70) = 254/70 * 100 = 362,86 %						
6/10/2009	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ
Βελεστίνο	13	12	-	44	3(10%),16(50%),5(80%)	2
Καρδίτσα	6	22	-	45	9(10%),9(50%),3(80%)	4
Κατερίνη	7	20	-	41	6(10%),13(50%),6(80%)	4
Κιλκίς	7	17	-	46	9(10%),6(50%),7(80%)	2
Διετής Φυτεία	1	16	-	46	8(10%),16(50%)	-
Ποσοστό Ανθίσματος: Φυτά ανθισμένα (ΕΑ+Α) / μεγάλα φυτά (70) = 222/70 * 100 = 317,14 %						
13/10/2009	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ
Βελεστίνο	8	16	-	-	42(10%),13(50%),12(80%),1(100%)	2
Καρδίτσα	3	24	-	-	44(10%),12(50%),6(80%)	8
Κατερίνη	6	31	-	1	40(10%),10(50%),11(80%)	8
Κιλκίς	4	31	-	-	42(10%),12(50%),13(80%)	3
Διετής Φυτεία	2	27	-	13	32(10%),15(50%),10(80%)	-
20/10/2009	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ
Βελεστίνο	9	18	-	-	15(10%),37(50%),12(80%),1(100%)	5
Καρδίτσα	3	31	-	-	20(10%),32(50%),6(80%)	12
Κατερίνη	5	35	-	-	28(10%),20(50%),11(80%)	11
Κιλκίς	4	31	-	-	22(10%),26(50%),13(80%)	9
Διετής Φυτεία	1	27	-	10	22(10%),27(50%),10(80%)	1
28/10/2009	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ

Βελεστίνο	8	19	-	-	1(10%),15(50%),49(80%)	5
Καρδίτσα	4	33	-	-	8(50%),44(80%),1(90%),5(100%)	12
Κατερίνη	4	38	-	-	7(10%),12(50%),27(80%),12(100%)	12
Κιλκίς	4	34	-	-	3(10%),8(50%),35(80%),15(100%)	9
Διετής Φυτεία	-	29	-	8	20(50%),37(80%),12(100%)	1
6/11/2009	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ
Βελεστίνο	8	21	-	-	12(50%),51(80%)	7
Καρδίτσα	5	42	-	-	4(50%),41(80%),5(100%)	20
Κατερίνη	3	41	-	-	10(50%),30(80%),13(100%)	17
Κιλκίς	4	39	-	-	5(50%),33(80%),17(100%)	15
Διετής Φυτεία	-	35	-	-	10(50%),38(80%),13(100%)	9
15/11/2009	ΛΕΣ	ΕΣ	ΕΑ	Α	Σ	ΤΞ
Βελεστίνο	7	23	-	-	10(50%),48(80%),4(100%)	8
Καρδίτσα	3	46	-	-	2(50%),36(80%),10(100%)	22
Κατερίνη	3	48	-	-	8(50%),26(80%),18(100%)	18
Κιλκίς	2	41	-	-	3(50%),34(80%),19(100%)	17
Διετής Φυτεία	-	38	-	-	8(50%),35(80%),18(100%)	9

Λιγότερα Έντονα Συμπτώματα ή Υποπτο για Αδρομύκωση (ΛΕΣ): φύλλα με το ακραίο μέρος τους μαυρισμένο ή/και ολόκληρο το φυτό χλώρωση

Έντονα Συμπτώματα (ΕΣ): τμήμα του φυτού μαυρισμένο και μαραμένο ή μόνο μαραμένο ή μαυρισμένο τελείως (νεκρό)

Έναρξη Άνθισης (ΕΑ): εμφάνιση 5-10 ανθέων, εμφάνιση ανθοφόρων οφθαλμών (κλειστά άνθη)

Άνθιση (Α): 20-30% άνθιση και 70-80% ανθοφόροι οφθαλμοί ή όταν είναι στη μέση 50% άνθιση και 50% ανθοφόροι οφθαλμοί ή όταν είναι πλήρη ανθισμένα 80-90% άνθιση και 10-20% ανθοφόροι οφθαλμοί

Σποροποίηση (Σ): 10% του φυτού έχει κάνει σπόρο ή όταν το μισό φυτό έχει κάνει σπόρο (50%) ή όταν το 80-90% του φυτού έχει κάνει σπόρο

Τελείως Ξηρά (ΤΞ): τελείως ξηρά (νεκρά) από Αδρομύκωση

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

7. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

7.2 Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

7.2.1 Διαδικασία Πειράματος

Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν σε θερμαινόμενη πλάκα ήταν υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w και υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w με διαφορετικές γλυκαντικές ύλες (με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη, με 5% w/w και 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη, φρουκτόζη και υγρή γλυκόζη, αντίστοιχα), συνολικού βάρους 100g (πίνακας 11). Παράλληλα παρασκευάστηκαν σε θερμαινόμενη πλάκα τα υδατικά μίγματα ζελατίνης 2% w/w και 4% w/w με 0,02g και 0,075g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε 5% w/w και 20% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης συνολικού βάρους 100g (πίνακας 11). Αναφερόμενοι στην αντιστοιχία γλυκύτητας της στεβιοσίδης με τη κρυσταλλική ζάχαρη εννοούμε τα ισοδύναμα στεβιοσίδης που χρησιμοποιήθηκαν για 5 % w/w και 20 % w/w υδατικό διάλυμα κρυσταλλικής ζάχαρης. Επειδή η γλυκαντική δύναμη της στεβιοσίδης είναι 275 γλυκύτερη από τη κρυσταλλική ζάχαρη (Λόλας, Π.Χ., 2009) συνεπώς τα παραπάνω υδατικά διαλύματα κρυσταλλικής ζάχαρης 5 % w/w και 20 % w/w ισοδυναμούν με 0,02g και 0,075g στεβιοσίδης.

Πίνακας 11: Τα υδατικά μίγματα ζελατίνης με διάφορες γλυκαντικές ύλες συνολικού βάρους 100g που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη

Υδατικά Μίγματα					
Ζελατίνη % w/w	Κρυσταλλική ζάχαρη % w/w και Ζελατίνη % w/w	Φρουκτόζη % w/w και Ζελατίνη % w/w	Υγρή γλυκόζη % w/w και Ζελατίνη % w/w	στεβιοσίδη g (% w/w) και Ζελατίνη % w/w	στεβιοσίδη g και Ζελατίνη % w/w
2	5 και 2	5 και 2	5 και 2	5 και 2	0,02 και 2
	20 και 2	20 και 2	20 και 2		0,075 και 2
4	5 και 4	5 και 4	5 και 4	5 και 4	0,02 και 4
	20 και 4	20 και 4	20 και 4		0,075 και 4

Με την ολοκλήρωση της παρασκευής τους αποθηκεύτηκαν στην ψύξη στους 5°C, για διαφορετικές χρονικές περιόδους μέχρι και επτά ημέρες. Στη συσκευή του αναλυτή δομής ADMET's eXpert-D DIGITAL CONTROLLER πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις δομής, και η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε ήταν η Ρεολογία. Όλα τα πειράματα έγιναν δύο φορές.

7.2.2 Μεθοδολογία

Οι μετρήσεις δομής πραγματοποιήθηκαν με συσκευή αναλυτή δομής ADMET's eXpert-D DIGITAL CONTROLLER (Εικόνα 23). Η συσκευή του αναλυτή δομής eXpert-D DIGITAL CONTROLLER έχει σχεδιαστεί και παρασκευαστεί από την εταιρεία ADMET.Inc για να δοκιμάσει την ένταση και την συμπίεση. Η συσκευή έχει σαν αποτέλεσμα υψηλή αποτελεσματικότητα, υψηλή ακρίβεια, και ευκολία χρήσης (Εγχειρίδιο Ασφάλειας –Λογισμικό, 2007).



Εικόνα 23: Συσκευή αναλυτή δομής ADMET's eXpert-D DIGITAL CONTROLLER

Τα δείγματα που αναλύθηκαν είχαν ύψος 2,4cm και διάμετρο 9cm και οι μετρήσεις γίνανε με τις εξής συνθήκες: α) η ταχύτητα καθόδου του εμβόλου ήταν 100 mm/λεπτό και β) η διάμετρος του εμβόλου ήταν 20mm. Το έμβολο πίεζε σε βάθος 12,5mm (\approx 75% συμπίεση).

7.2.3 Υλικά

Για την παρασκευή των δειγμάτων χρησιμοποιήσαμε τις παρακάτω ουσίες:

1) Κρυσταλλική ζάχαρη

Κρυσταλλική ζάχαρη καθαρής μορφής του εμπορίου (Εταιρεία Spar - Αφοί Βερόπουλοι ΑΕΒΕ).

2) Υγρή γλυκόζη

Εμπορικό διάλυμα της εταιρείας ΕΠΙΚΑΠ ΑΝ. Η. Καπετάνιος (Προϊόν Amylum Hellas S.A.), ενέργεια: 320 kcal (1042 KJ), σάκχαρα: 80% και νερό: 20%.

3) Ζελατίνη

Προϊόν της Applichem (A1693,1000, LOT8K003703, CAS-No: 9000-70-8, EC-No: 2325546)

4) Φρουκτόζη

Προϊόν της Applichem (A3688,1000, LOT8D003332, D (-) – Fructose, C₆H₁₂O₆, CAS-No: 57-48-7, EC-No: 2003333, M: 180,16 g/mol, Assay (HPLC): min 99%).

5) στεβιοσίδη

Η στεβιοσίδη που χρησιμοποιήθηκε ήταν σε εμπορική μορφή και αποτελείται από: φυσική στεβιοσίδη, διοξείδιο του πυριτίου, Μαλτοδεξτρίνη. Είναι προϊόν της Lightsweet – ind. E Com. de (Εικόνα 24).



Εικόνα 24: στεβιοσίδη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

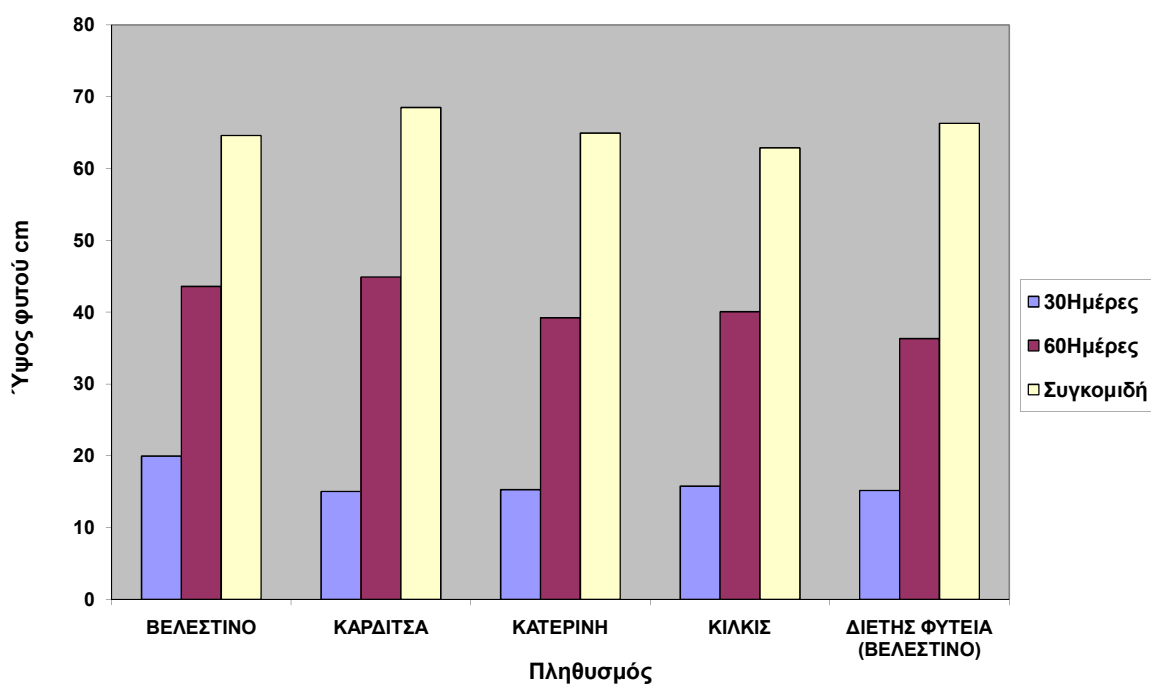
Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.1 Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

Το συγκεκριμένο πείραμα πραγματοποιήθηκε το έτος 2009 για να προσδιορισθούν οι περιεκτικότητες επί τοις % σε Στεβιοσίδη, Ρεμπαουδιοσίδη Α και στεβιοσίδη (Στεβιοσίδη και Ρεμπαουδιοσίδη Α) πέντε πληθυσμών στέβιας προέλευσης, Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς, Διετή Φυτεία (Βελεστίνο) στη συγκομιδή.

Ύψος φυτού

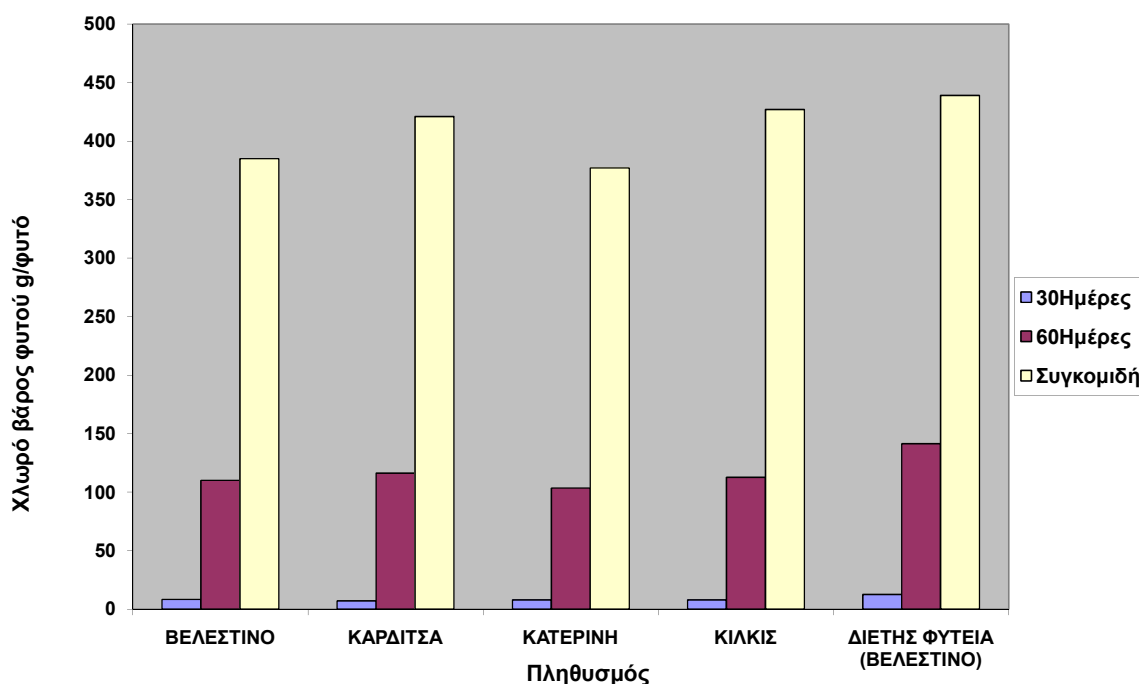


Σχήμα 1: Ύψος φυτού στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή

Το ύψος φυτού (σχήμα 1) στις 30 ημέρες παρατηρείται, ότι ήταν παρόμοιο στους πληθυσμούς προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) ενώ το μεγαλύτερο ύψος είχε ο πληθυσμός προέλευσης Βελεστίνου. Ως προς το ύψος στις 60 ημέρες παρατηρείται ότι υπάρχει μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Καρδίτσα για μεγαλύτερο ύψος και μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο) για

μικρότερο ύψος. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί έχουν ύψος μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το μικρότερο ύψος είχε ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς και το μεγαλύτερο ύψος όπως και στις 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσας. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί έχουν ύψος μεταξύ των προαναφερόμενων.

Χλωρό βάρος φυτού

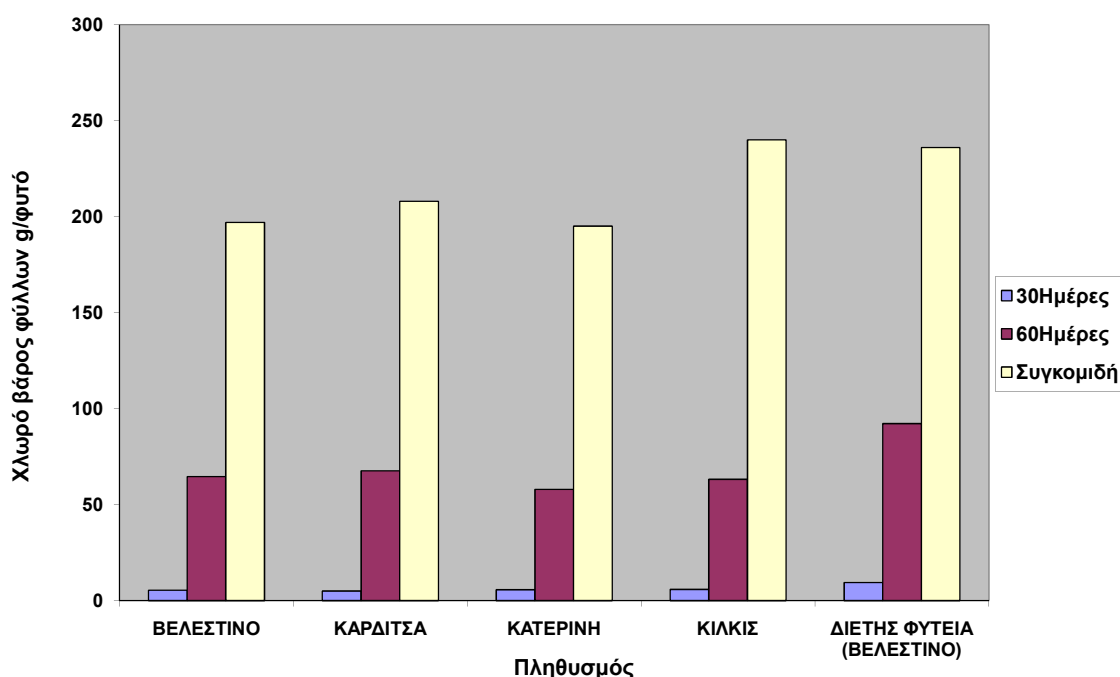


**Σχήμα 2: Χλωρό βάρος φυτού στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση
στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή**

Στις 30 ημέρες βρέθηκε ότι ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσας είχε το μικρότερο χλωρό βάρος φυτού και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φυτού είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος φυτού μεταξύ των προαναφερόμενων. Ως προς το χλωρό βάρος φυτού στις 60 ημέρες παρατηρείται ότι υπάρχει μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Κατερίνη για μικρότερο χλωρό βάρος φυτού και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φυτού όπως και στις 30 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος φυτού μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το μικρότερο χλωρό βάρος φυτού

όπως και στις 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνη και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φυτού όπως και στις 30, 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος φυτού μεταξύ των προαναφερόμενων (σχήμα 2).

Χλωρό βάρος φύλλων

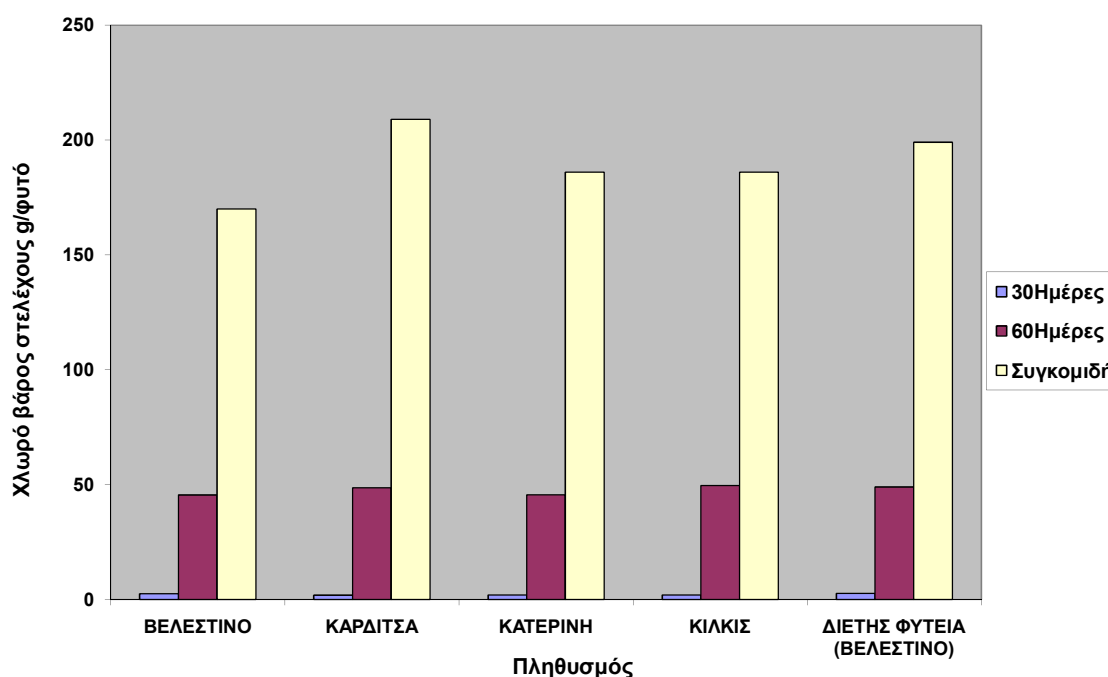


**Σχήμα 3: Χλωρό βάρος φύλλων στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση
στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή**

Ως προς το χλωρό βάρος φύλλων (σχήμα 3) στις 30 ημέρες παρατηρείται, ότι ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα είχε το μικρότερο χλωρό βάρος φύλλων και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος φύλλων μεταξύ των προαναφερόμενων. Στις 60 ημέρες παρατηρείται, ότι ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνη έχει το μικρότερο χλωρό βάρος φύλλων και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων όπως και στις 30 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος φύλλων μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το

μικρότερο χλωρό βάρος φύλλων όπως και στις 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνη και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων είχε ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος φύλλων μεταξύ των προαναφερόμενων.

Χλωρό βάρος στελέχους

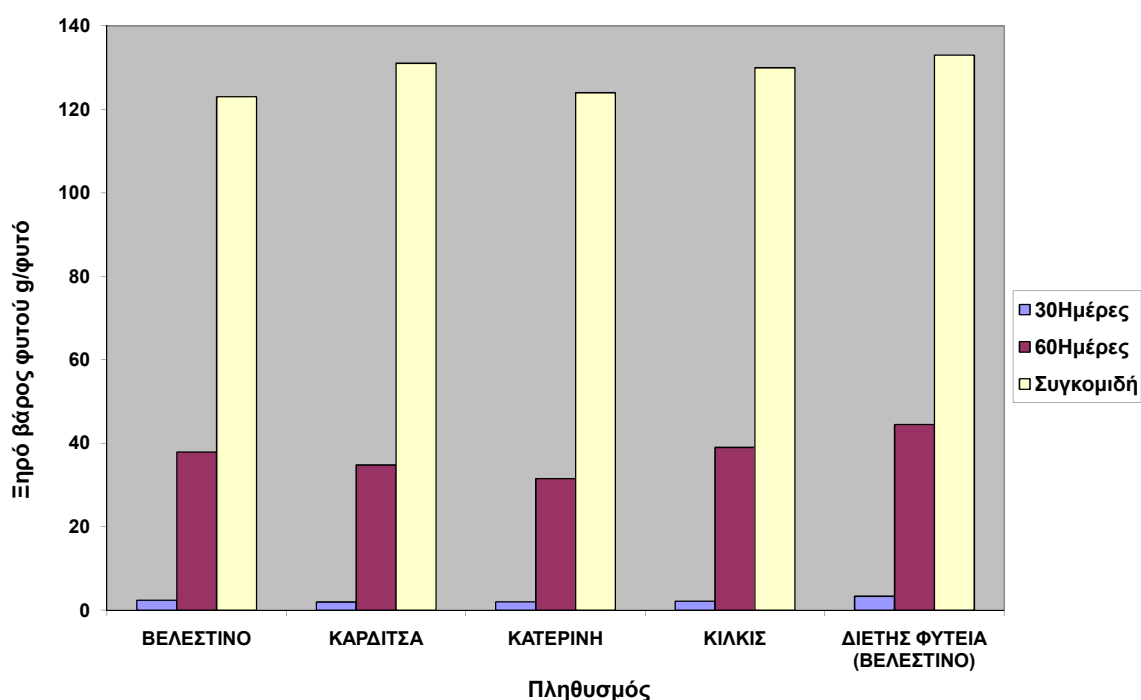


**Σχήμα 4: Χλωρό βάρος στελέχους στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση
στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή**

Στις 30 ημέρες βρέθηκε ότι ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσας είχε το μικρότερο χλωρό βάρος στελέχους και το μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος στελέχους μεταξύ των προαναφερόμενων. Ως προς το χλωρό βάρος στελέχους στις 60 ημέρες παρατηρείται ότι υπάρχει μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνου για μικρότερο χλωρό βάρος στελέχους και μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Κιλκίς για μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος στελέχους μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους είχε ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσας και το μικρότερο χλωρό βάρος

στελέχους όπως και στις 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Βελεστίνου. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν χλωρό βάρος στελέχους μεταξύ των προαναφερόμενων (σχήμα 4).

Ξηρό βάρος φυτού

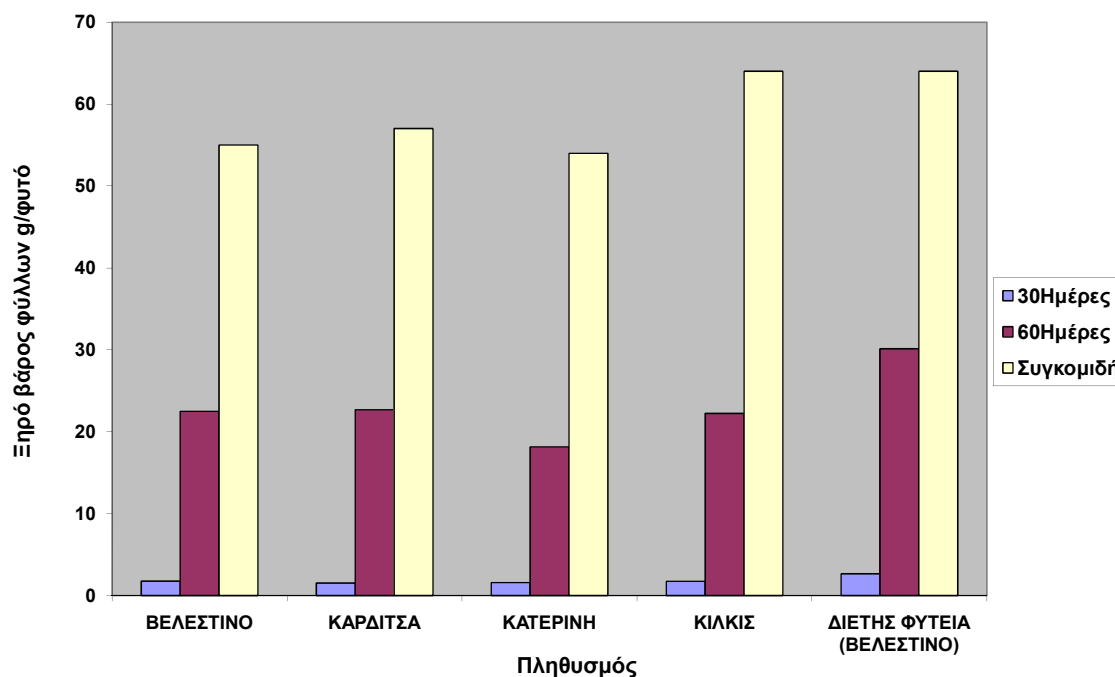


**Σχήμα 5: Ξηρό βάρος φυτού στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση
στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή**

Στις 30 ημέρες παρατηρείται, ότι ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσας έχει το μικρότερο ξηρό βάρος φυτού και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτού είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος φυτού μεταξύ των προαναφερόμενων. Ως προς το ξηρό βάρος φυτού στις 60 ημέρες παρατηρείται ότι υπάρχει μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Κατερίνη για μικρότερο ξηρό βάρος φυτού και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτού όπως και στις 30 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος φυτού μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το μικρότερο ξηρό βάρος φυτού είχε ο πληθυσμός προέλευσης Βελεστίνου και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτού

όπως και στις 30, 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος φυτού μεταξύ των προαναφερόμενων (σχήμα 5).

Ξηρό βάρος φύλλων

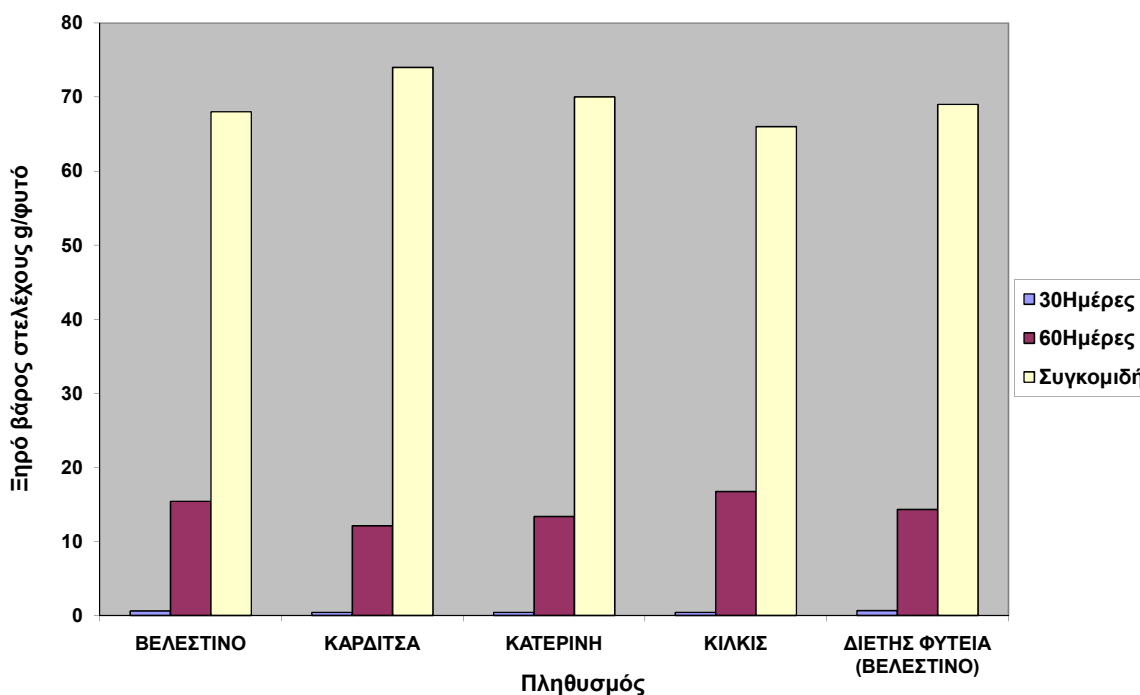


**Σχήμα 6: Ξηρό βάρος φύλλων στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση
στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή**

Ως προς το ξηρό βάρος φύλλων (σχήμα 6) στις 30 ημέρες παρατηρείται, ότι ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσας έχει το μικρότερο ξηρό βάρος φύλλων και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος φύλλων μεταξύ των προαναφερόμενων. Στις 60 ημέρες παρατηρείται, ότι ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνης έχει το μικρότερο ξηρό βάρος φύλλων και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων όπως και στις 30 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος φύλλων μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το μικρότερο ξηρό βάρος φύλλων όπως και στις 60 ημέρες είχε ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνη και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων είχαν οι πληθυσμοί προέλευσης Κιλκίς

και Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος φύλλων μεταξύ των προαναφερόμενων.

Ξηρό βάρος στελέχους

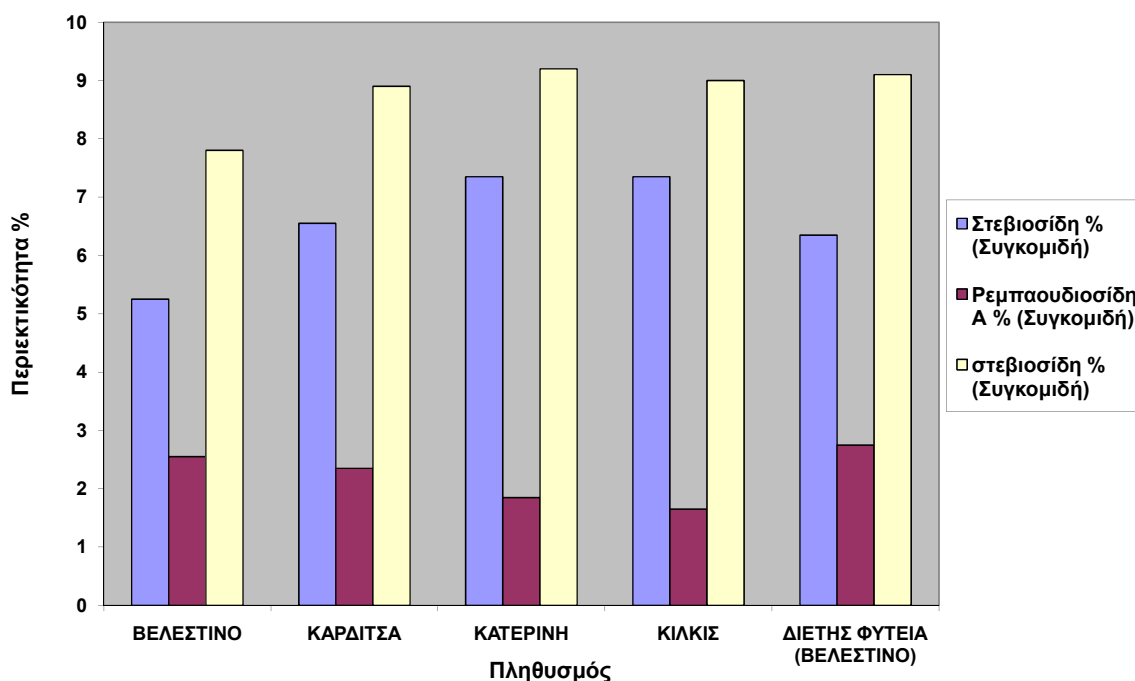


**Σχήμα 7: Ξηρό βάρος στελέχους στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου
5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση
στις 30, στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή**

Στις 30 ημέρες παρατηρείται, ότι ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς είχε το μικρότερο ξηρό βάρος στελέχους και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους είχε ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνο). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος στελέχους μεταξύ των προαναφερόμενων. Ως προς το ξηρό βάρος στελέχους στις 60 ημέρες παρατηρείται ότι υπάρχει μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Καρδίτσα για μικρότερο ξηρό βάρος στελέχους και μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Κιλκίς για μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος στελέχους μεταξύ των προαναφερόμενων. Στη συγκομιδή το μικρότερο ξηρό βάρος στελέχους είχε ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς και το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους είχε ο πληθυσμός

προέλευσης Καρδίτσα. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν ξηρό βάρος στελέχους μεταξύ των προαναφερόμενων (σχήμα 7).

Περιεκτικότητα Στεβιοσίδης, Ρεμπαουδιοσίδης και στεβιοσίδης 5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση



Σχήμα 8: Περιεκτικότητα επί τοις % σε Στεβιοσίδη, Ρεμπαουδιοσίδη Α και στεβιοσίδη στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 5 πληθυσμών στέβιας με διαφορετική προέλευση στη συγκομιδή

Η μικρότερη περιεκτικότητα επί τοις % σε Στεβιοσίδη στη συγκομιδή (σχήμα 8), μετρήθηκε στο πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνου και η μεγαλύτερη στους πληθυσμούς προέλευσης Κιλκίς και Κατερίνη. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί έχουν περιεκτικότητα σε Στεβιοσίδη μεταξύ των προαναφερόμενων. Ως προς την περιεκτικότητα επί τοις % σε Ρεμπαουδιοσίδη Α στη συγκομιδή, παρατηρήθηκε μια τάση στο πληθυσμό προέλευσης Κιλκίς με μικρότερη περιεκτικότητα και μια τάση με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Ρεμπαουδιοσίδη Α στο πληθυσμό προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου). Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν περιεκτικότητα σε Ρεμπαουδιοσίδη Α μεταξύ των προαναφερόμενων. Η περιεκτικότητα επί τοις % σε στεβιοσίδη στη συγκομιδή, ήταν μικρότερη όπως και η

Στεβιοσίδη στο πληθυσμό προέλευσης Βελεστίνου και η μεγαλύτερη όπως και η Στεβιοσίδη στο πληθυσμό προέλευσης Κατερίνη. Οι υπόλοιποι πληθυσμοί είχαν περιεκτικότητα σε στεβιοσίδη μεταξύ των προαναφερόμενων.

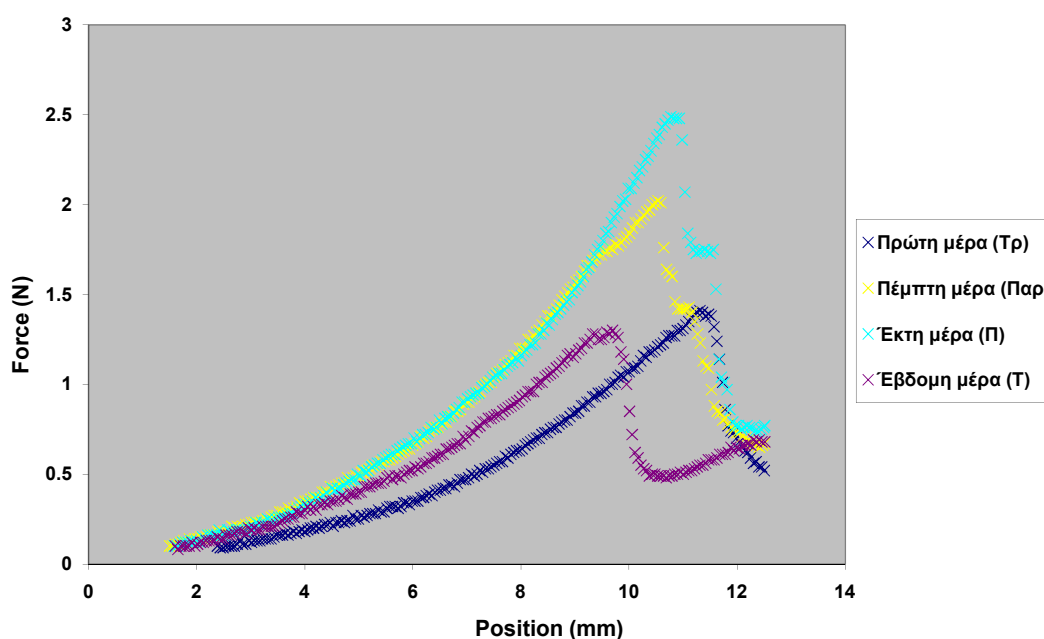
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

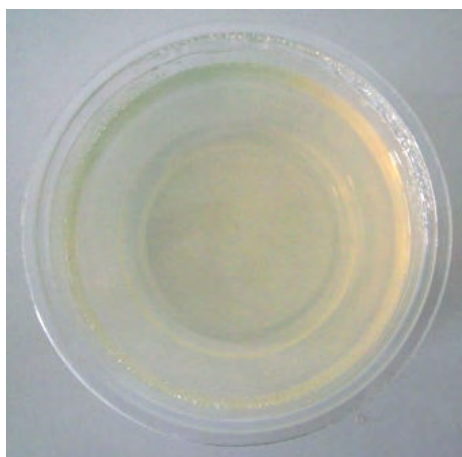
8.2 Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

Παρακάτω φαίνονται οι μετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν στον αναλυτή δομής σε δείγματα 2% w/w ζελατίνης χωρίς την προσθήκη κάποιας γλυκαντικής ύλης που αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C (σχήμα 9).

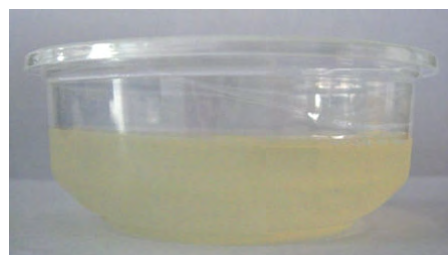


Σχήμα 9: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη

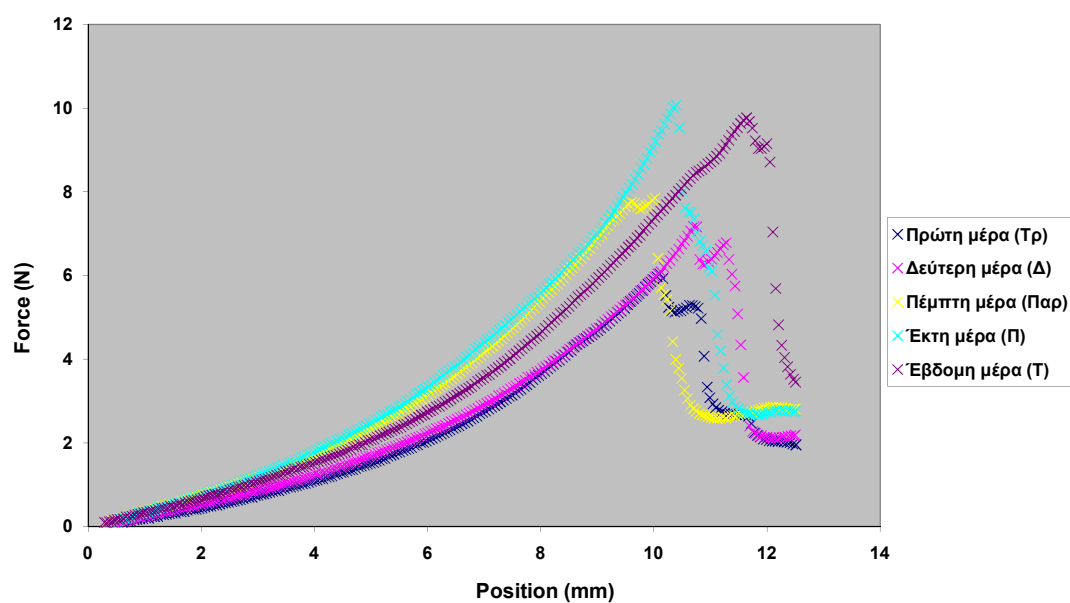
Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε ημέρα από την στιγμή παρασκευής του δείγματος και πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι πηκτές ζελατίνης που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για παραμόρφωση των δειγμάτων. Μόνο το δείγμα της έβδομης ημέρας απαιτεί μικρότερη δύναμη για παραμόρφωση απ' ότι αυτό της έκτης ημέρας και ίσως το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε μικροβιακή αλλοίωση, λόγω της μακροχρόνιας αποθήκευσης του δείγματος χωρίς την προσθήκη κάποιου συντηρητικού, και β) σ' όλες τις ημέρες το προφίλ της παραμόρφωσης ήταν έντονο, απότομο και ενδεικτικό της ελαστικότητας των δειγμάτων.



**Εικόνα 25: Δείγμα με 2%w/w
ζελατίνη (έκτη μέρα) 18 Νοεμβρίου
2009**



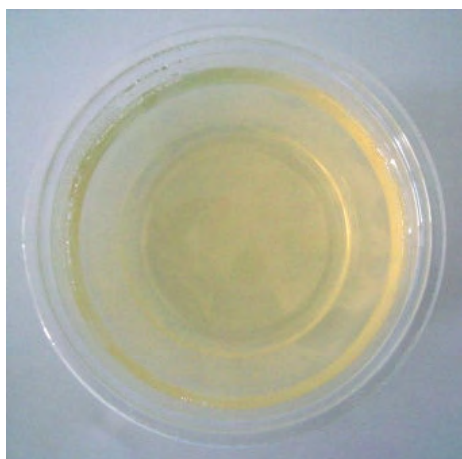
**Εικόνα 26: Δείγμα με 2%w/w
ζελατίνη (πέμπτη μέρα) 18
Νοεμβρίου 2009**



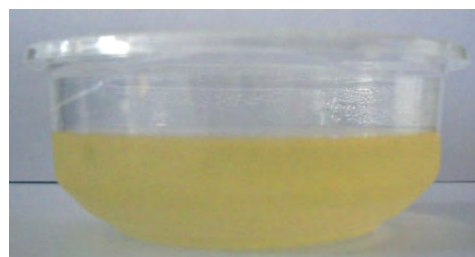
Σχήμα 10: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη

Στο σχήμα 10 παρουσιάζονται οι παραμορφώσεις των δειγμάτων 4% w/w ζελατίνης χωρίς την προσθήκη κάποιας γλυκαντικής ύλης που αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά μέρες στη ψύξη 5°C. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από την στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι

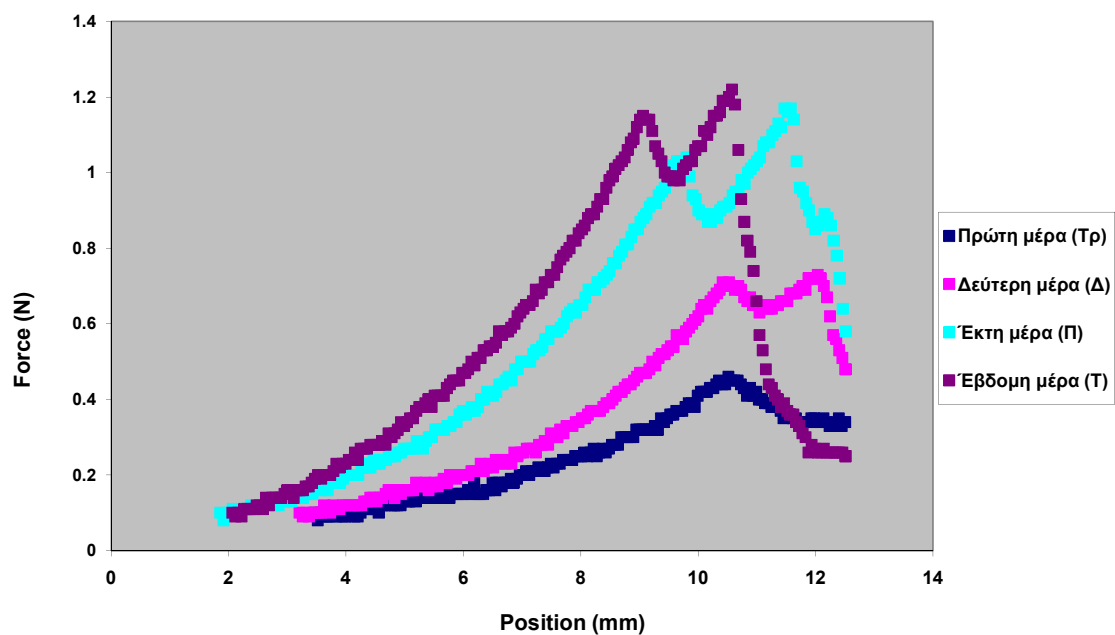
πηκτές ζελατίνης 4% w/w που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων, εξαίρεση αποτελεί το δείγμα της έβδομης ημέρας. Η δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων της έβδομης ημέρας είναι μικρότερη ή σχεδόν ίση με αυτή της έκτης ημέρας και ίσως και αυτό το φαινόμενο να οφείλεται σε μικροβιακή αλλοίωση λόγω της μακροχρόνιας αποθήκευσης, β) τα δείγματα της πρώτης ημέρας, της δεύτερης ημέρας και της πέμπτης ημέρας είναι πιο εύθραυστα σε σχέση με το δείγμα της έκτης ημέρας, και γ) οι δυνάμεις που απαιτούνται για την παραμόρφωση των δειγμάτων του σχήματος 9 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη) είναι μικρότερες από τις δυνάμεις που απαιτούνται για να παραμορφωθούν τα δείγματα του σχήματος 10 (δείγματα με 4% w/w ζελατίνη). Αυτό εξηγείται γιατί η συγκέντρωση της ζελατίνης στη δεύτερη περίπτωση είναι διπλάσια.



**Εικόνα 27: Δείγμα με 4%w/w
ζελατίνη (έκτη μέρα) 18 Νοεμβρίου
2009**

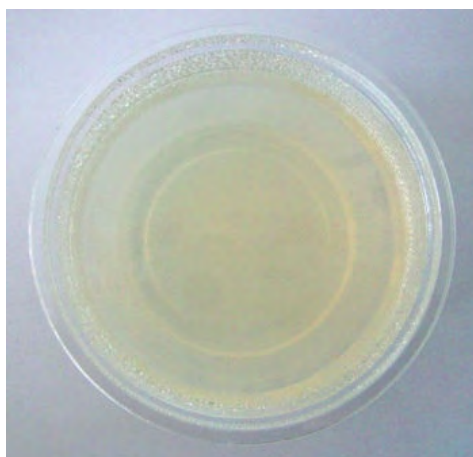


**Εικόνα 28: Δείγμα με 4%w/w
ζελατίνη (πέμπτη μέρα) 18
Νοεμβρίου 2009**

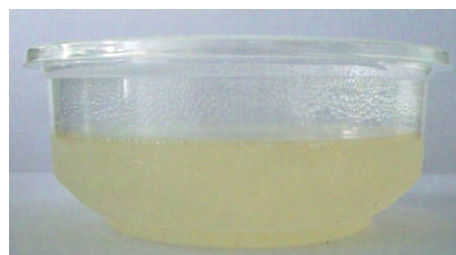


Σχήμα 11: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5g (5 % w/w) στεβιοσίδη

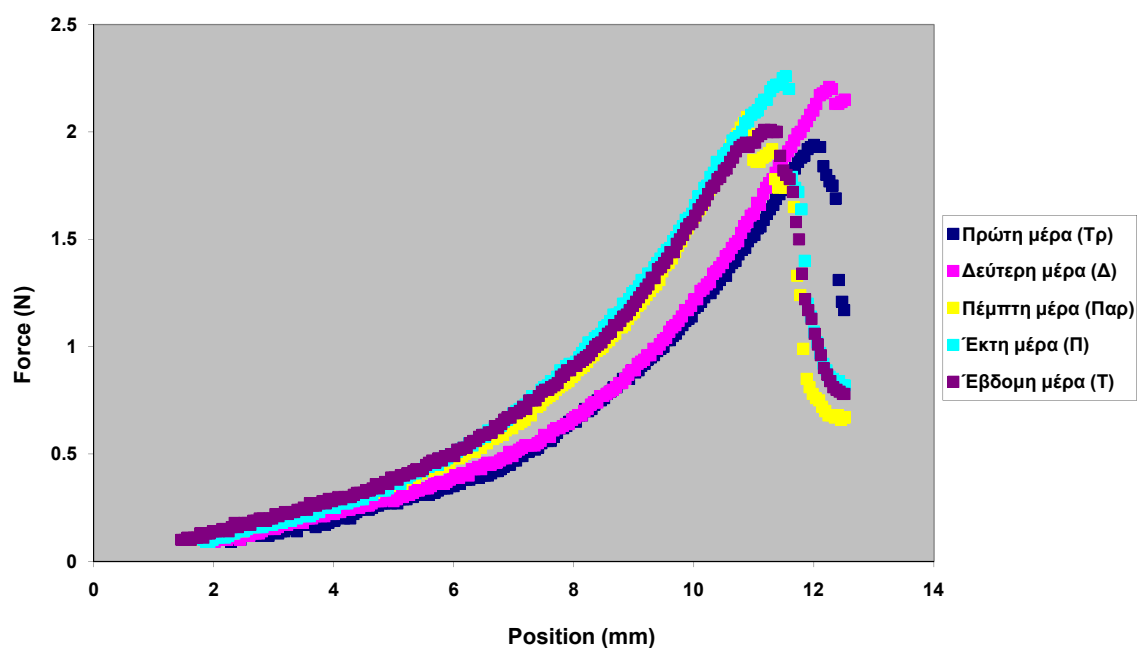
Οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 2% w/w ζελατίνης και 5g (5% w/w) στεβιοσίδης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C, εικονίζονται στο σχήμα 11. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι δομές των δειγμάτων που σχηματίζονται και μεγάλες δυνάμεις απαιτούνται για την παραμόρφωση τους, β) φαίνεται επίσης ότι τα δείγματα των γραφικών παραστάσεων της δεύτερης ημέρας, της έκτης ημέρας και της έβδομης ημέρας είναι πιο εύθραυστα σε σχέση με το δείγμα που αποθηκεύτηκε στην ψύξη 5°C για μια μέρα, και γ) εδώ παρατηρούμε ότι η δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση της έβδομης ημέρας δεν είναι μικρότερη από τη δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση της έκτης ημέρας αποθήκευσης. Επομένως δεν εμφανίζονται φαινόμενα μικροβιακής αλλοίωσης.



Εικόνα 29: Δείγμα με 2%w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη (πρώτη μέρα) 24 Μαρτίου 2010



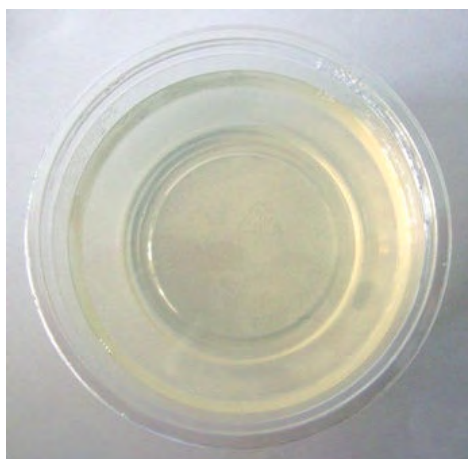
Εικόνα 30: Δείγμα με 2%w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη (δεύτερη μέρα) 24 Μαρτίου 2010



Σχήμα 12: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη

Στο σχήμα 12 εικονίζονται οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 2% w/w ζελατίνης και 0,02g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά

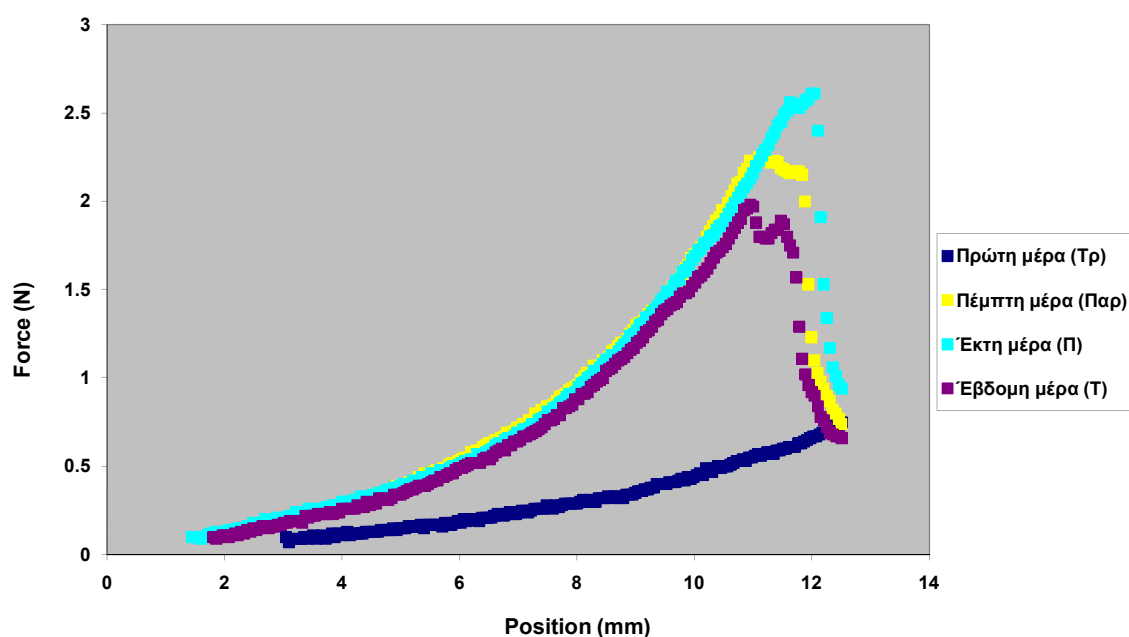
ημέρες στην ψύξη 5°C. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) δεν ισχύει το όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι δομές των δειγμάτων που σχηματίζονται που παρατηρήσαμε για το 2% w/w ζελατίνης και το δείγμα 2% w/w ζελατίνης και 5g (5% w/w) στεβιοσίδης, β) τα δείγματα του σχήματος 11 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη) είναι πιο εύθραυστα σε σχέση με τα δείγματα του σχήματος 12 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη), και γ) οι δυνάμεις που απαιτούνται για την παραμόρφωση των δειγμάτων του σχήματος 11 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη) είναι μικρότερες από τις δυνάμεις που απαιτούνται για τα δείγματα του σχήματος 12 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη).



Εικόνα 31: Δείγμα με 2%w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (έκτη μέρα) 21 Απριλίου 2010

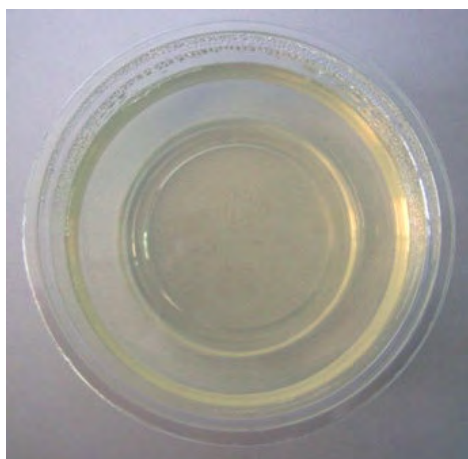


Εικόνα 32: Δείγμα με 2%w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (πέμπτη μέρα) 21 Απριλίου 2010

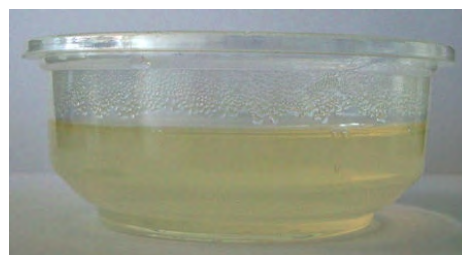


Σχήμα 13: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη

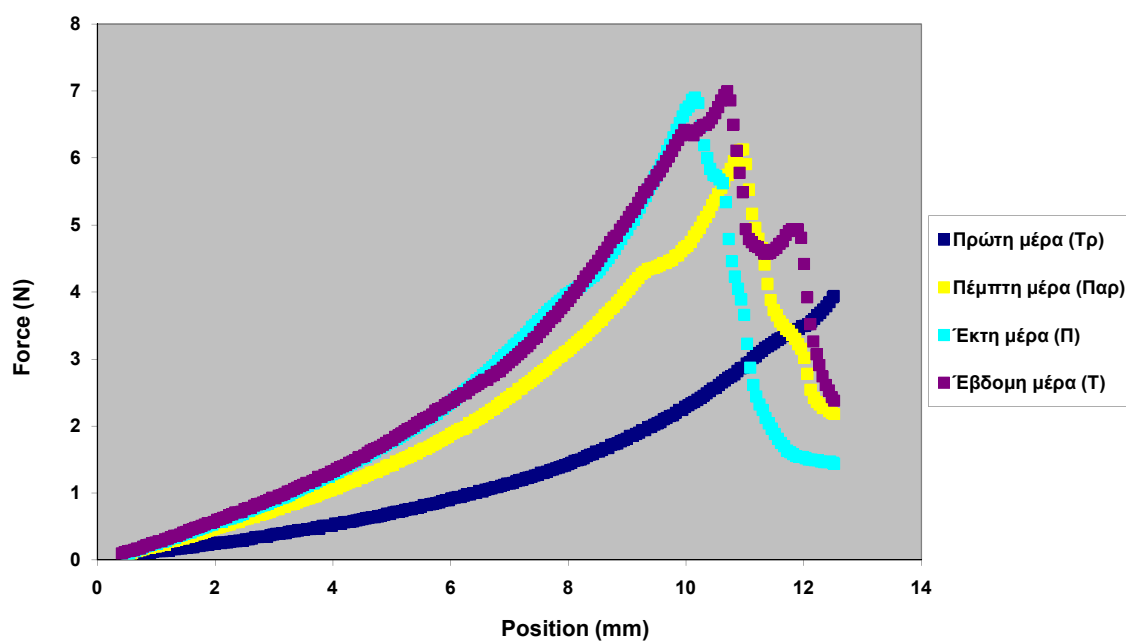
Οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 2% w/w ζελατίνης και 0,075g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 20% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C, εικονίζονται στο σχήμα 13. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι δομές των δειγμάτων που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερες δυνάμεις απαιτούνται για την παραμόρφωση τους με εξαίρεση το δείγμα που έχει αποθηκευτεί επτά ημέρες σε θερμοκρασία ψύξης 5°C.



Εικόνα 33: Δείγμα με 2%w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (έκτη μέρα) 17 Μαρτίου 2010



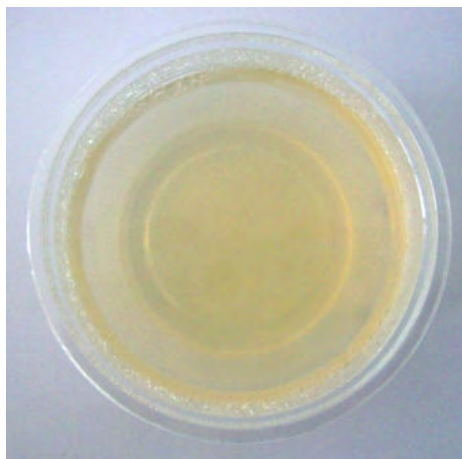
Εικόνα 34: Δείγμα με 2%w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (έκτη μέρα) 17 Μαρτίου 2010



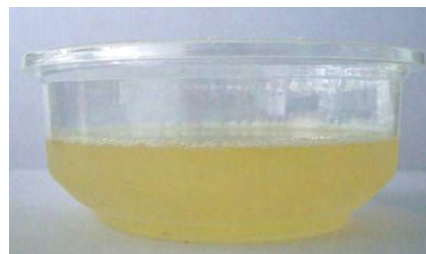
Σχήμα 14: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη

Στο σχήμα 14 εικονίζονται οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 4% w/w ζελατίνης και 5g (5% w/w) στεβιοσίδης τα οποία

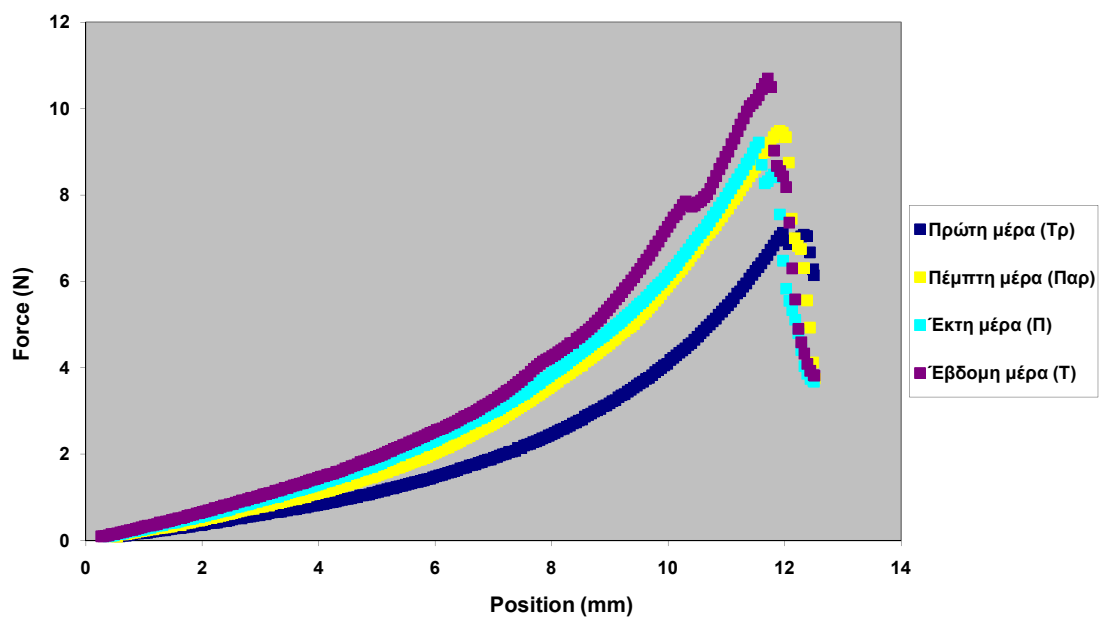
αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι δομές των δειγμάτων που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερες δυνάμεις απαιτούνται για την παραμόρφωση τους, β) στα δείγματα της πέμπτης ημέρας, της έκτης ημέρας και της έβδομης ημέρας οι δομές τους είναι πιο ισχυρές και λίγο εύθραυστες σε σχέση με τη δομή του δείγματος της πρώτη ημέρας, και γ) τα δείγματα του σχήματος 11 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη) είναι πιο εύθραυστα σε σχέση με τα δείγματα του σχήματος 14 (δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη).



Εικόνα 35: Δείγμα με 4%w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη (πρώτη μέρα) 24 Μαρτίου 2010

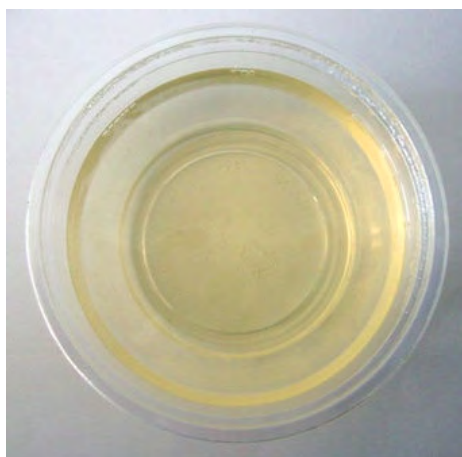


Εικόνα 36: Δείγμα με 4%w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη (έβδομη μέρα) 24 Μαρτίου 2010

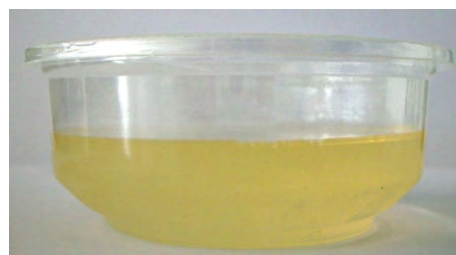


Σχήμα 15: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδης αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη

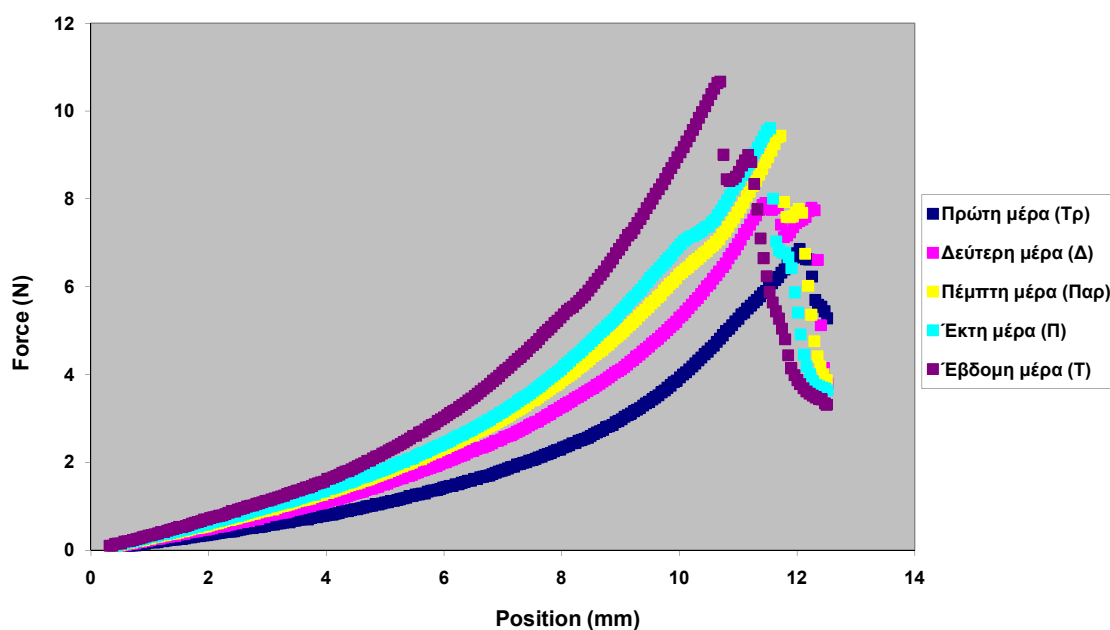
Οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 4% w/w ζελατίνης και 0,02g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5 % w/w κρυσταλλικής ζάχαρης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C, παρουσιάζονται στο αντίστοιχο σχήμα 15. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι δομές των δειγμάτων που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερες δυνάμεις απαιτούνται για την παραμόρφωση τους, και β) η δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων του σχήματος 15 (δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5 % w/w κρυσταλλική ζάχαρη), είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων του σχήματος 12 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5 % w/w κρυσταλλική ζάχαρη).



Εικόνα 37: Δείγμα με 4%w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (δεύτερη μέρα) 21 Απριλίου 2010



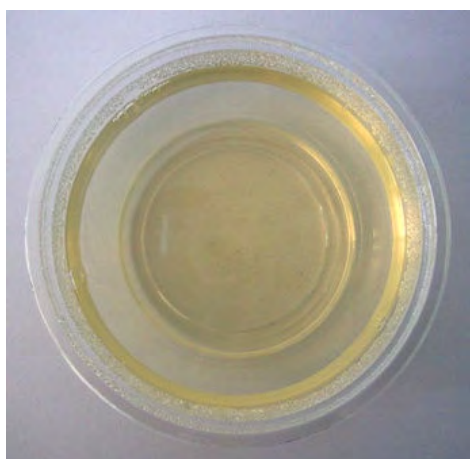
Εικόνα 38: Δείγμα με 4%w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (έκτη μέρα) 21 Απριλίου 2010



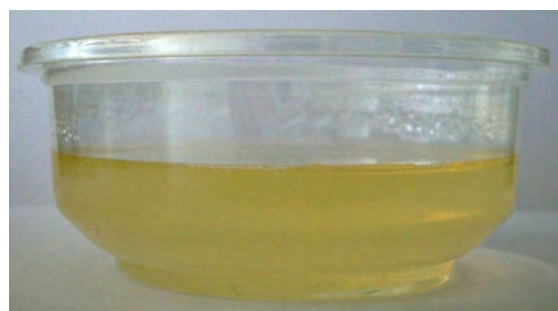
Σχήμα 16: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδης αντιστοιχία γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη

Στο σχήμα 16 εικονίζονται οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 4% w/w ζελατίνης και 0,075g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε

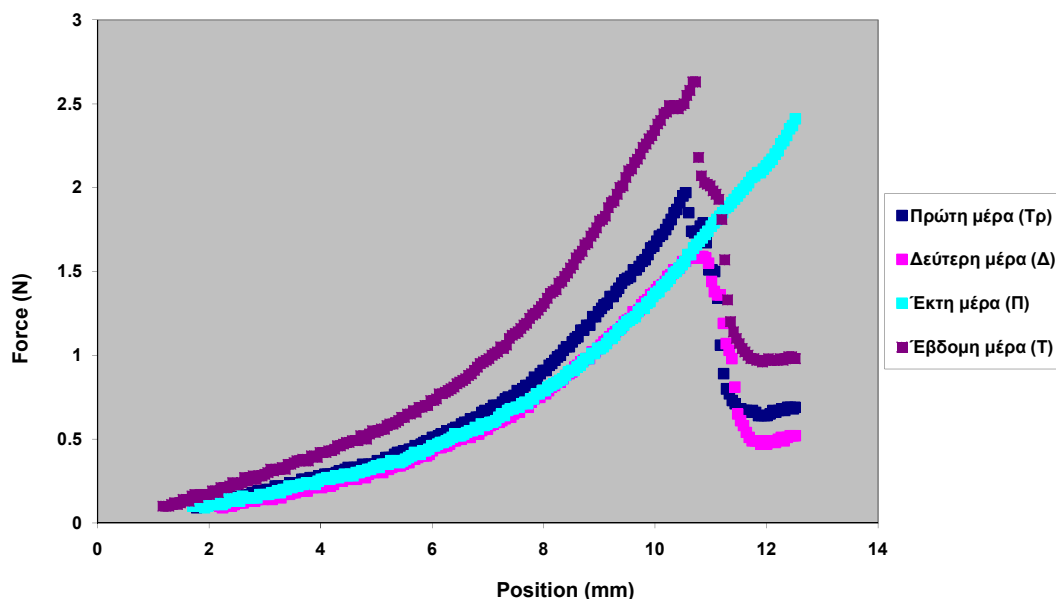
γλυκύτητα 20 % w/w κρυσταλλικής ζάχαρης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις: α) όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι δομές των δειγμάτων που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερες δυνάμεις απαιτούνται για την παραμόρφωση τους, και β) η δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων του σχήματος 16 (δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20 % w/w κρυσταλλική ζάχαρη) είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που απαιτείται για παραμόρφωση των δειγμάτων του σχήματος 13 (δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20 % w/w κρυσταλλική ζάχαρη).



Εικόνα 39: Δείγμα με 4%w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (πρώτη μέρα) 17 Μαρτίου 2010

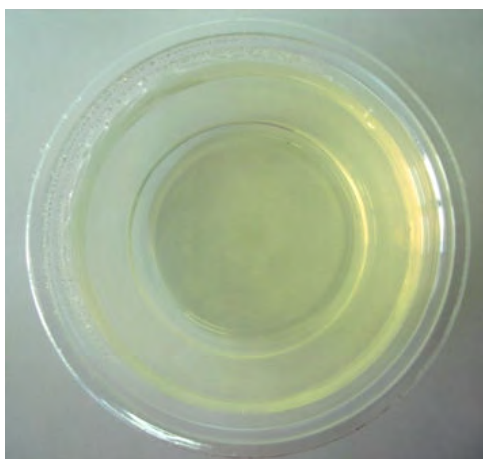


Εικόνα 40: Δείγμα με 4%w/w ζελατίνη και 0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη (έκτη μέρα) 17 Μαρτίου 2010

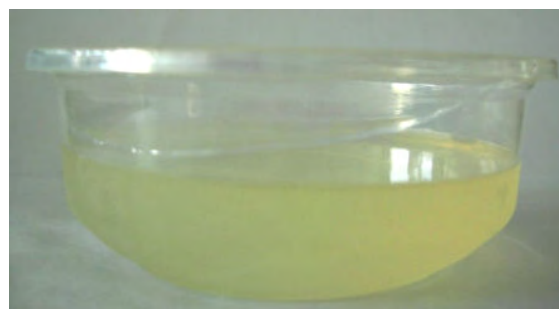


Σχήμα 17: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη

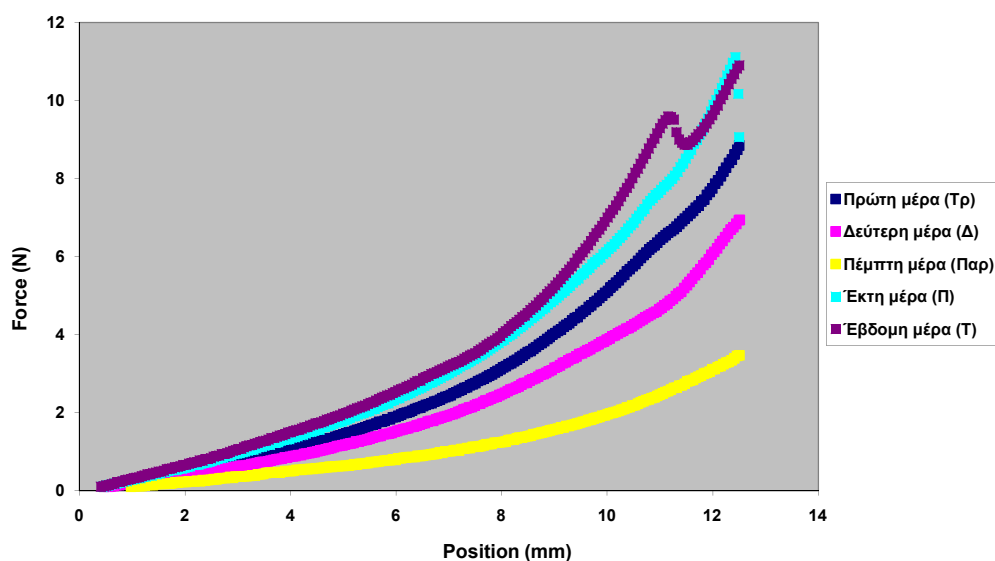
Οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 2% w/w ζελατίνης και 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C, παρουσιάζονται στο αντίστοιχο σχήμα 17. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις. Τα δείγματα της πρώτης ημέρας, της δεύτερης ημέρας και έβδομης ημέρας αποθήκευσης είναι εύθραυστα και εμφανίζουν σπάσιμο στη δομή τους σε σχέση με τα δείγματα που έχουν αποθηκευτεί σε θερμοκρασία ψύξης 5°C για έξι ημέρες.



Εικόνα 41: Δείγμα με 2% ζελατίνη και 5% κρυσταλλική ζάχαρη (πρώτη μέρα) 16 Σεπτεμβρίου 2009



Εικόνα 42: Δείγμα με 2% ζελατίνη και 5% ζάχαρη (έβδομη μέρα) 16 Σεπτεμβρίου 2009

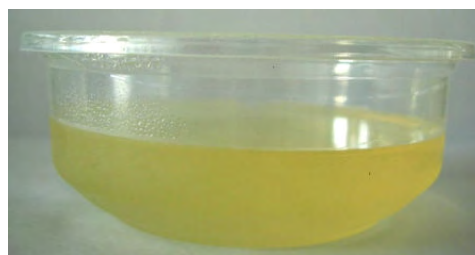


Σχήμα 18: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη

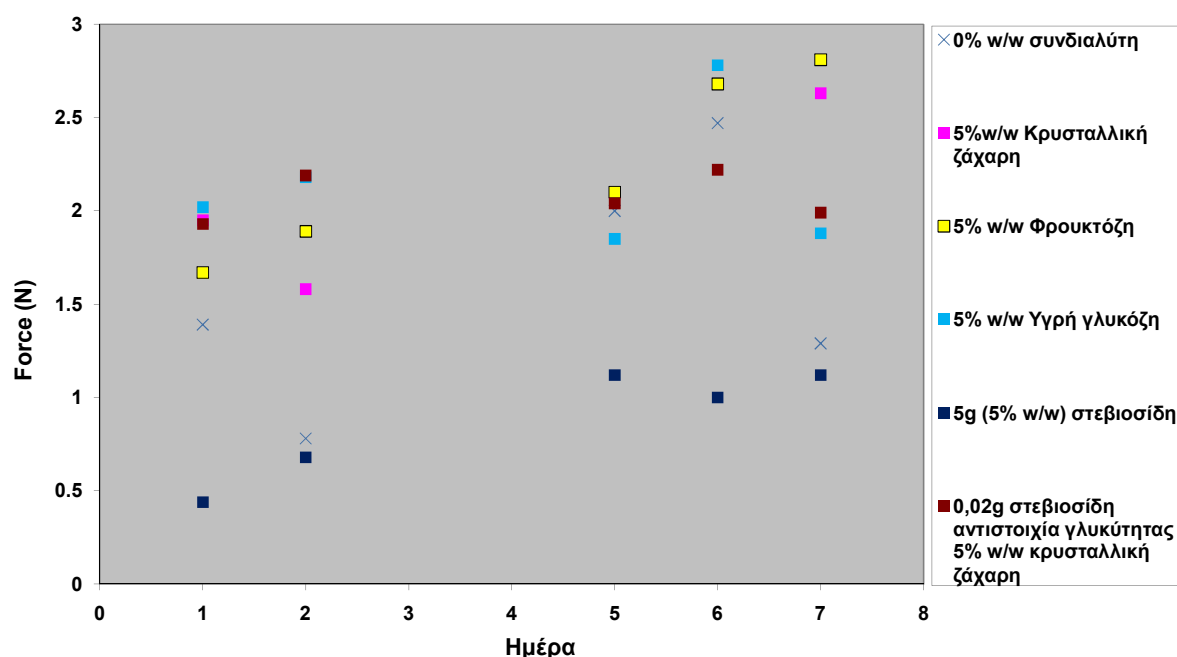
Στο σχήμα 18 εικονίζονται οι μετρήσεις που γίνανε στον αναλυτή δομής για τα υδατικά μίγματα 4% w/w ζελατίνης και 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης τα οποία αποθηκεύτηκαν μέχρι επτά ημέρες στην ψύξη 5°C. Μετρήσεις δομής γίνανε κάθε μέρα από τη στιγμή παρασκευής του δείγματος και από τα πειράματα πήραμε τις παρακάτω παρατηρήσεις. Το δείγμα που αποθηκεύτηκε για επτά ημέρες στην ψύξη θερμοκρασίας 5°C είναι πιο εύθραυστο σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα που αποθηκεύτηκαν λιγότερες ημέρες.



Εικόνα 43: Δείγμα με 4% ζελατίνη και 5% κρυσταλλική ζάχαρη (πέμπτη μέρα) 30 Σεπτεμβρίου 2009

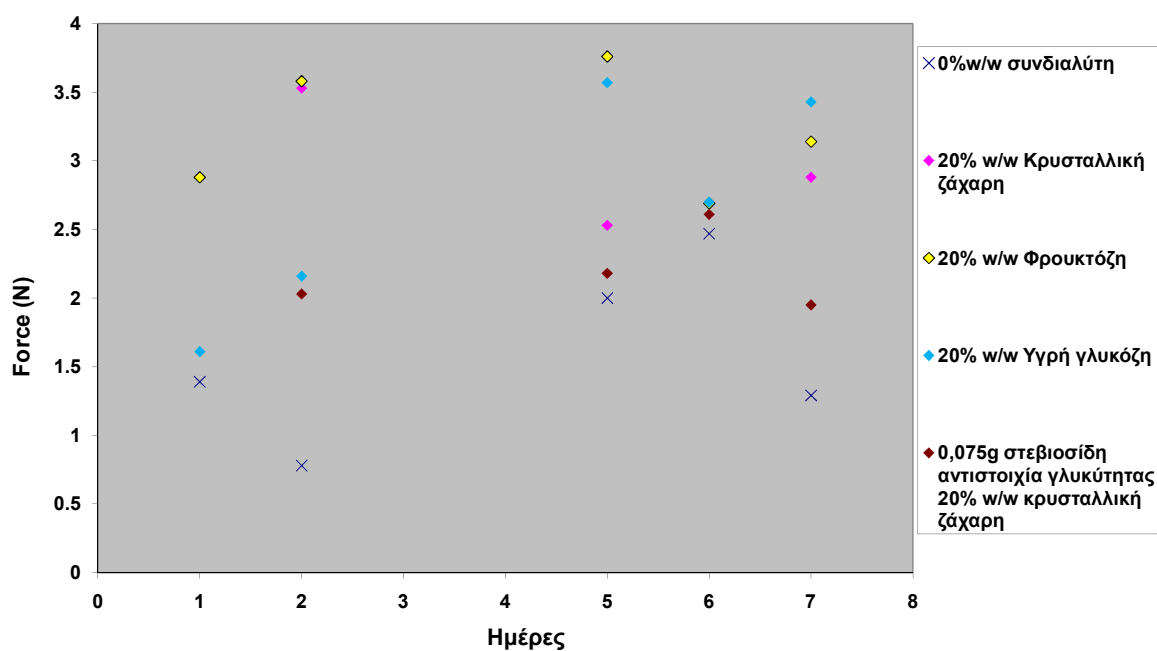


Εικόνα 44: Δείγμα με 4% ζελατίνη και 5% κρυσταλλική ζάχαρη (δεύτερη μέρα) 7 Οκτωβρίου 2009



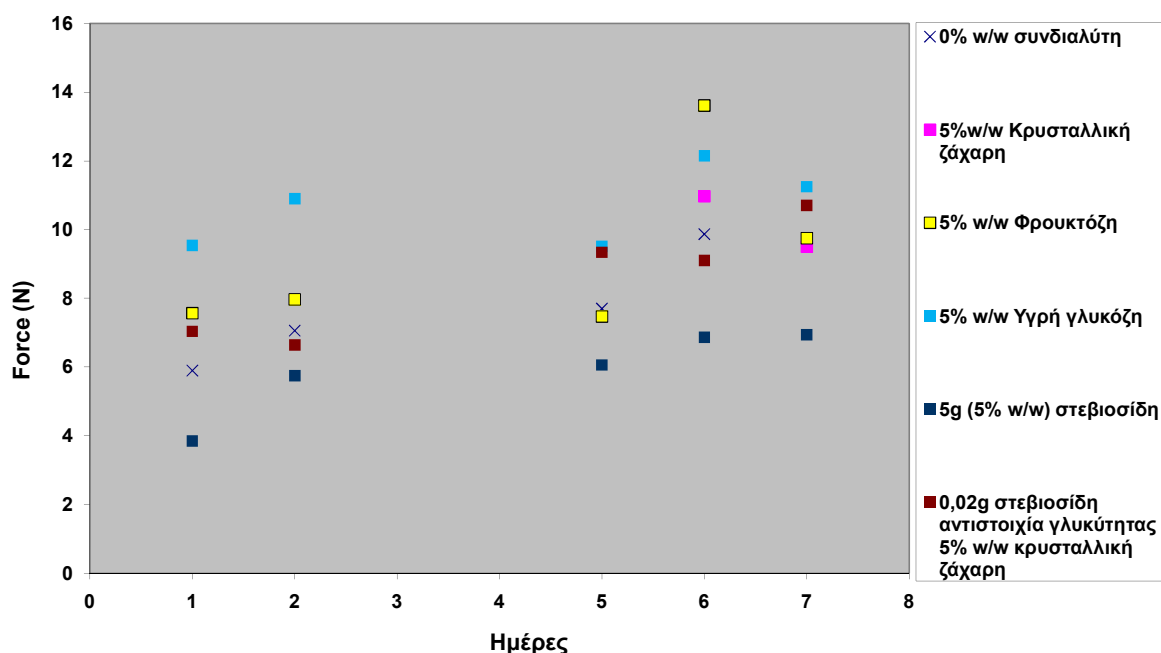
Σχήμα 19: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5% w/w συνδιαλύτη (διαλύματα διαφόρων γλυκαντικών ουσιών)

Στη γραφική παράσταση των υδατικά μίγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5% w/w συνδιαλύτη (Σχήμα 19) παρουσιάζεται η δύναμη που απαιτείθηκε για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή του κάθε δείγματος. Μετά την αποθήκευση των δειγμάτων μέχρι και επτά ημέρες παρατηρήσαμε ότι για τα δείγματα 2% w/w ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη απαιτούνται μικρότερες δυνάμεις για να εμφανιστεί κάποιο σπάσιμο στη δομή τους απ'ότι στα υπόλοιπα δείγματα 2% w/w ζελατίνης με 5% w/w συνδιαλύτη: α) κρυσταλλική ζάχαρη ή β) φρουκτόζη ή γ) γλυκόζη ή δ) 0,02g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη. Σ' όλες τις μέρες αποθήκευσης για τα δείγματα 2% w/w ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη απαιτείται μικρότερη δύναμη για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους από ότι στα υπόλοιπα δείγματα ακόμη και αυτό της ζελατίνης χωρίς συνδιαλύτη.



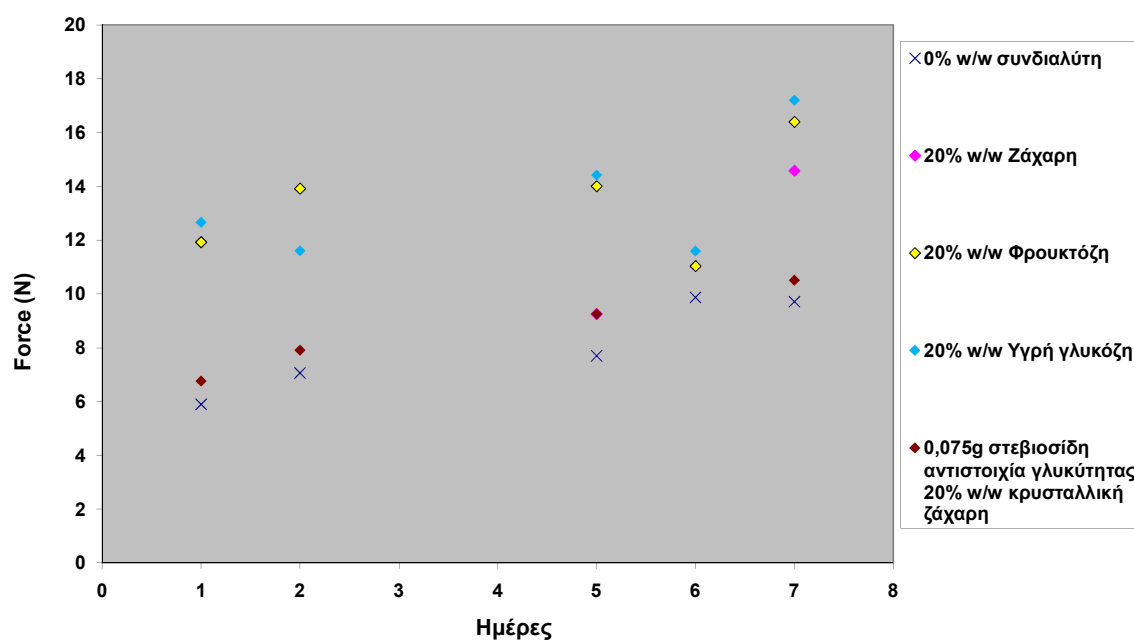
Σχήμα 20: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 20% w/w συνδιαλύτη (διαλύματα διαφόρων γλυκαντικών ουσιών)

Στη γραφική παράσταση των υδατικά μίγματα με 2% w/w ζελατίνη και 20% w/w συνδιαλύτη (Σχήμα 20) παρατηρήσαμε ότι σ' όλες τις ημέρες αποθήκευσης απαιτείται μικρότερη δύναμη για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους στα δείγματα 2% w/w ζελατίνη χωρίς συνδιαλύτη απ' ότι στα υπόλοιπα δείγματα.



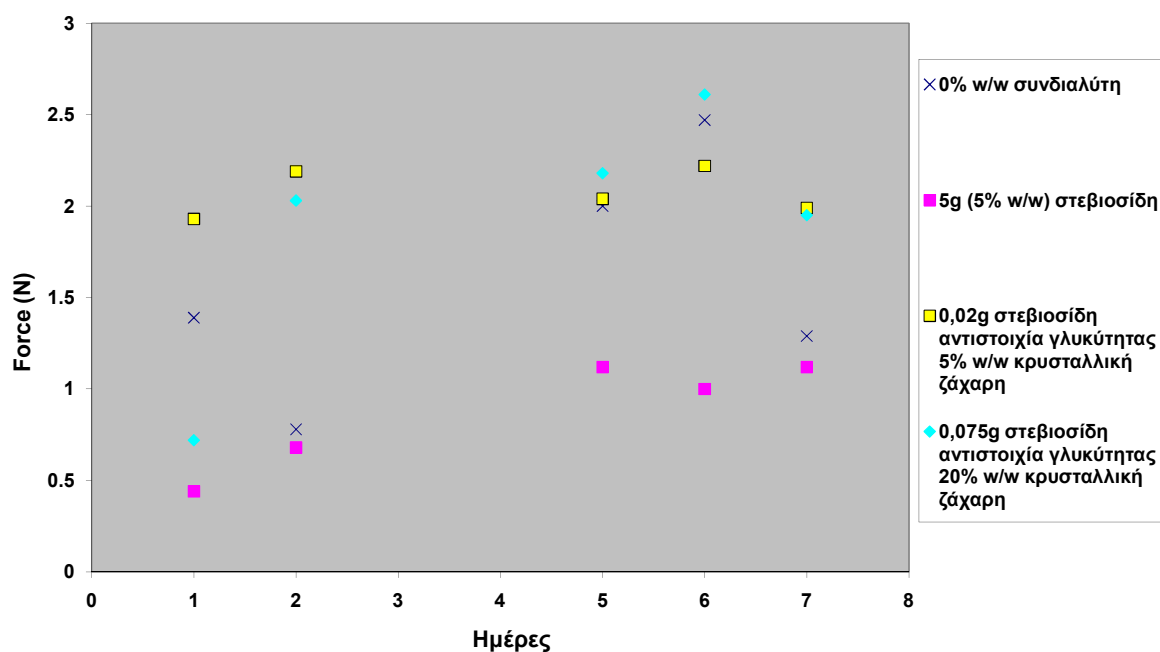
Σχήμα 21: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 5% w/w συνδιαλύτη (διαλύματα διαφόρων γλυκαντικών ουσιών)

Στη γραφική παράσταση των υδατικά μίγματα με 4% w/w ζελατίνη και 5% w/w συνδιαλύτη (Σχήμα 21) παρουσιάζεται η δύναμη που απαιτείθηκε για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή του κάθε δείγματος. Μετά την αποθήκευση των δειγμάτων μέχρι και επτά ημέρες παρατηρήσαμε ότι για τα δείγματα 4% w/w ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη απαιτούνται μικρότερες δυνάμεις για να εμφανιστεί κάποιο σπάσιμο στη δομή τους απ'ότι στα υπόλοιπα δείγματα 4% w/w ζελατίνης με 5% w/w συνδιαλύτη: α) κρυσταλλική ζάχαρη ή β) φρουκτόζη ή γ) γλυκόζη ή δ) 0,02g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη. Σ' όλες τις μέρες αποθήκευσης για τα δείγματα 4% w/w ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη απαιτείται μικρότερη δύναμη για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους από ότι στα υπόλοιπα δείγματα ακόμη και αυτό της ζελατίνης χωρίς συνδιαλύτη.



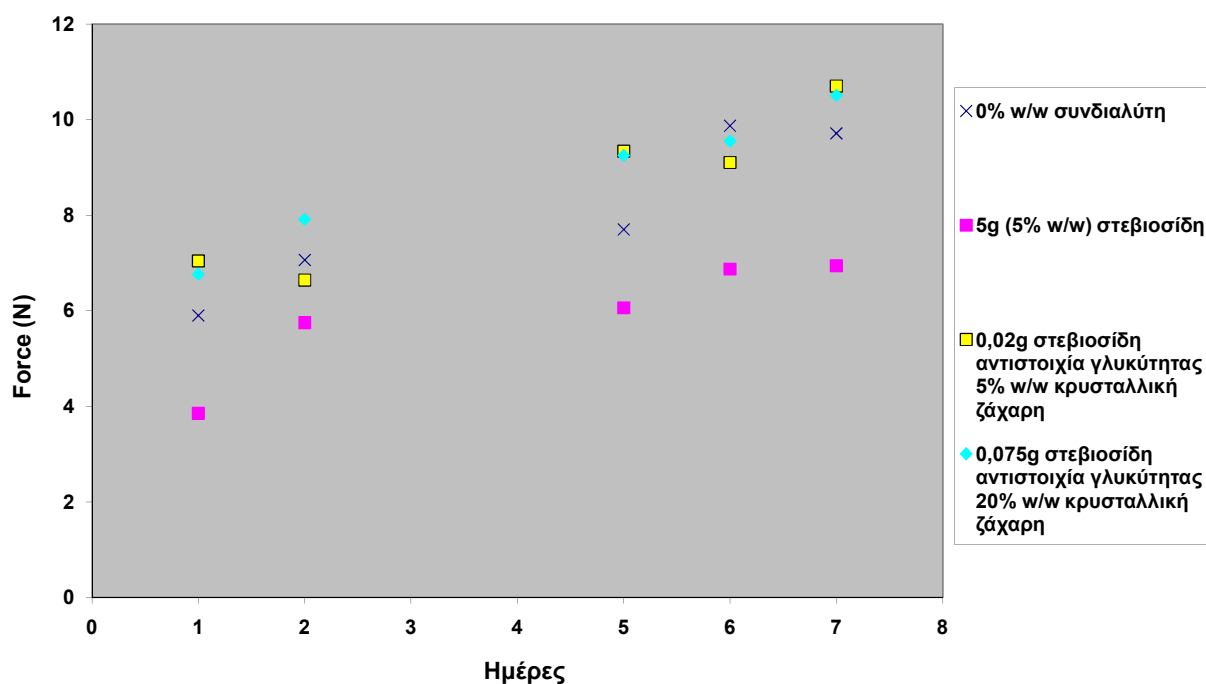
Σχήμα 22: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και 20% w/w συνδιαλύτη (διαλύματα διαφόρων γλυκαντικών ουσιών)

Στη γραφική παράσταση των υδατικά μίγματα με 4% w/w ζελατίνη και 20% w/w συνδιαλύτη (Σχήμα 22) παρατηρήσαμε ότι σ' όλες τις ημέρες αποθήκευσης απαιτείται μικρότερη δύναμη για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους στα δείγματα 4% w/w ζελατίνη χωρίς συνδιαλύτη απ' ό,τι στα υπόλοιπα δείγματα.



Σχήμα 23: Δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και στεβιοσίδη

Στη γραφική παράσταση των υδατικά μίγματα με 2% w/w ζελατίνη και στεβιοσίδη (Σχήμα 23) παρατηρήσαμε ότι σ' όλες τις μέρες αποθήκευσης απαιτείται μικρότερη δύναμη για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους στα δείγματα 2% w/w ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Παρατηρείται επίσης μια σταδιακή αύξηση της δύναμης που απαιτείται για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή των δειγμάτων με τον χρόνο αποθήκευσης.



Σχήμα 24: Δείγματα με 4% w/w ζελατίνη και στεβιοσίδη

Στη γραφική παράσταση των υδατικά μίγματα με 4% w/w ζελατίνη και στεβιοσίδη (Σχήμα 24) παρατηρήσαμε ότι σ' όλες τις ημέρες αποθήκευσης απαιτείται μικρότερη δύναμη για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους στα δείγματα 4% w/w ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Παρατηρείται επίσης μια σταδιακή αύξηση της δύναμης που απαιτείται για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή των δειγμάτων με τον χρόνο αποθήκευσης.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

9.1 Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

Στο ύψος φυτού, στις 30 ημέρες ο πληθυσμός προέλευσης Βελεστίνου εμφανίζεται να έχει τις υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) οι οποίες έχουν παρόμοιο ύψος. Ανατροπή αυτών των τιμών, παρατηρείται στις 60 ημέρες όπου ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Βελεστίνου, Κατερίνη, Κιλκίς και Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) που έχουν χαμηλότερες τιμές. Η ίδια εικόνα παρατηρείται και στη συγκομιδή όπου ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα παρουσιάζει ύψος φυτού 68,5cm. Παρόμοιες τιμές αναφέρονται σε Αποδεικτικό πείραμα που έγινε το 2008 στη περιοχή της Καρδίτσας (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Ως προς το χλωρό βάρος στελέχους προκύπτει ότι στις 30 ημέρες ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) φαίνεται ότι υπερτερεί στο βάρος έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν μικρότερες τιμές. Ανατροπή αυτού του σκηνικού, παρατηρείται στις 60 ημέρες όπου ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Βελεστίνου και Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) που έχουν χαμηλότερες τιμές. Στη συγκομιδή τη μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους στελέχους εμφάνισε ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα με 209 g/φυτό. Από τα αποτελέσματα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα είχε το βαρύτερο στέλεχος μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν.

Το ξηρό βάρος στελέχους στις 30 ημέρες, ήταν υψηλότερο στο πληθυσμό προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που είχαν μικρότερες τιμές. Στις 60 ημέρες ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Βελεστίνου και Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) που είχαν χαμηλότερες τιμές. Στη συγκομιδή τη μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους στελέχους εμφάνισε ο πληθυσμός προέλευσης Καρδίτσα με 74 g/φυτό. Από τα αποτελέσματα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι όταν το ζητούμενο είναι το μέγιστο ξηρό βάρος στελέχους, μεταξύ των πληθυσμών που εξετάστηκαν υπερτερεί εκείνος που έχει προέλευση Καρδίτσα.

Αναφορικά με το χλωρό βάρος φύλλων, βρέθηκε ότι στις 30 ημέρες, πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) υπερτερεί στο βάρος έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν μικρότερες τιμές. Η ίδια εικόνα παρατηρείται στις 60 ημέρες όπου ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν χαμηλότερες τιμές. Ανατροπή αυτού του σκηνικού, παρατηρείται στην συγκομιδή, όπου τη μεγαλύτερη τιμή χλωρού βάρους φύλλων εμφάνισε ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς με 240 g/φυτό. Από τα αποτελέσματα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο πληθυσμός προέλευσης Κιλκίς είναι αποδοτικότερη, μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν, όταν ερευνάται το χλωρό βάρος φύλλων.

Ως προς το ξηρό βάρος φύλλων, προκύπτει ότι στις 30 ημέρες, ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) φαίνεται ότι υπερτερεί στο βάρος έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν μικρότερες τιμές. Η ίδια εικόνα παρατηρείται και στις 60 ημέρες όπου ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν χαμηλότερες τιμές. Στη συγκομιδή τη μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους φύλλων εμφανίζουν οι πληθυσμοί προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) και Κιλκίς με 64 και 64 g/φυτό, αντίστοιχα. Παρόμοιες τιμές αναφέρονται σε Αποδεικτικό πείραμα που έγινε το 2008 στη περιοχή του Κιλκίς (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Το χλωρό βάρος φυτού στις 30 ημέρες, ήταν υψηλότερο στο πληθυσμό προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν μικρότερες τιμές. Τέλος, ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν χαμηλότερες τιμές και στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή όπου εμφάνισε τιμή 439,00 g/στρ. Από τα αποτελέσματα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι όταν το ζητούμενο είναι το μέγιστο χλωρό βάρος φυτού, μεταξύ των πληθυσμών που εξετάστηκαν υπερτερεί εκείνος που έχει προέλευση Διετή Φυτεία (Βελεστίνου).

Αναφορικά με το ξηρό βάρος φυτού, βρέθηκε ότι στις 30 ημέρες, ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) υπερτερεί στο βάρος έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν

μικρότερες τιμές. Τέλος, ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) εμφανίζει υψηλότερες τιμές έναντι των άλλων πληθυσμών προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Κιλκίς και Βελεστίνου που έχουν χαμηλότερες τιμές και στις 60 ημέρες και στη συγκομιδή όπου εμφάνισε τιμή 133,00 g/στρ. Κατά συνέπεια τα δεδομένα αυτά, αποδεικνύουν ότι ο αποδοτικότερος πληθυσμός, μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν, όταν ερευνάται το ξηρό βάρος φυτού, ήταν ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου).

Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα επί τοις % σε Στεβιοσίδη στη συγκομιδή παρατηρήθηκε στους πληθυσμούς προέλευσης Κατερίνη και Κιλκίς με περιεκτικότητες 7,35 και 7,35 %, αντίστοιχα. Παρόμοιες τιμές αναφέρει και ο Λόλας, Π.Χ. (2009) σε Αποδεικτικό πείραμα που έγινε το 2008 στη περιοχή της Κατερίνης και του Κιλκίς (10,1 και 11,2%, αντίστοιχα). Κατά συνέπεια τα δεδομένα αυτά, αποδεικνύουν ότι οι αποδοτικότεροι πληθυσμοί, μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν, στο πλαίσιο της περιεκτικότητας επί τοις % σε Στεβιοσίδη, ήταν οι πληθυσμοί προέλευσης Κατερίνη και Κιλκίς. Ως προς τη περιεκτικότητα επί τοις % σε Ρεμπαουδιοσίδη Α στη συγκομιδή τη μεγαλύτερη τιμή εμφάνισε ο πληθυσμός με προέλευση Διετή Φυτεία (Βελεστίνου) με περιεκτικότητα 2,75 %. Από τα αποτελέσματα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο πληθυσμός προέλευσης Διετής Φυτείας (Βελεστίνου) είναι αποδοτικότερος, μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν, όταν ερευνάται η περιεκτικότητα επί τοις % σε Ρεμπαουδιοσίδη Α. Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα επί τοις % σε στεβιοσίδη στη συγκομιδή παρουσίασε ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνη με περιεκτικότητα 9,2 %. Ο Randi, A.M. (1980) εξέτασε τις δυνατότητες χρήσεις της στέβιας που παράγει γλυκοζίτες όπως στεβιοσίδη, και αναφέρει ότι μπορεί να κυμαίνεται από 2 έως 10% (Magalhaes, P.M., 2000). Από τα αποτελέσματα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο πληθυσμός προέλευσης Κατερίνη είναι αποδοτικότερος, μεταξύ αυτών που εξετάστηκαν, όταν ερευνάται τη περιεκτικότητα σε στεβιοσίδη.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

9.2 Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

Στην τεχνολογία τροφίμων η παρασκευή πηκτών με βάση μία σειρά από πρωτεΐνες διαφορετικής προέλευσης είναι μία αρκετά διαδεδομένη πρακτική. Για παράδειγμα, οι πηκτωματοποιητικές ιδιότητες των πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης, όπως η ζελατίνη, αξιοποιούνται στην παρασκευή των προϊόντων ζαχαροπλαστικής και αλλαντικών με στόχο την ανάπτυξη ποιοτικών χαρακτηριστικών όπως της υφής και δομής τους. Η μετατροπή του διαλύματος ζελατίνης σε πηκτή είναι συνήθως το αποτέλεσμα της θέρμανσης και της μετουσίωσης των πρωτεϊνικών μορίων που οδηγεί σε αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα μετουσιωμένα μόρια και τελικά, στο σχηματισμό ενός εκτεταμένου δικτύωματος στο οποίο εγκλωβίζεται το νερό. Πιο συγκεκριμένα, μετά τη θέρμανση του διαλύματος της πρωτεΐνης πάνω από τη θερμοκρασία μετουσίωσης αρχικά σχηματίζεται μια προ-πηκτή υψηλού ιξώδους. Κατά την ψύξη, τα μόρια αλληλεπιδρούν σε ακόμα μεγαλύτερη έκταση και σχηματίζουν ένα δίκτυωμα, κυρίως μέσω της ανάπτυξης υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων και δεσμών υδρογόνου αλλά και της δημιουργίας ομοιοπολικών δισουλφιδικών δεσμών μεταξύ των θειούχων αμινοξέων των μορίων (κυστίνη, κυστεΐνη), ή μέσω της δημιουργίας γεφυρών μεταξύ των ομάδων των μορίων που φέρουν φορτίο (Clark, A., 1992; Πανέρα, Ε.Δ., 1992; Belitz, H.D., 2006; Μπόσκου, Δ., 1997). Όσο μεγαλύτερος ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα μόρια ζελατίνης και επομένως πιο ισχυρές οι πηκτές. Στα πειράματά μας για να μελετήσουμε τις πηκτές ακολουθήσαμε την μέθοδο της ρεολογίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στις γραφικές παραστάσεις των δειγμάτων με 2% w/w ζελατίνη και 4% w/w ζελατίνη παρατηρήσαμε ότι όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης τόσο πιο ισχυρές είναι οι πηκτές ζελατίνης που σχηματίζονται και άρα μεγαλύτερη δύναμη για παραμόρφωση των δειγμάτων. Εξαίρεση αποτελεί η δύναμη η οποία απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων της τελευταίας μέρας αποθήκευσης (έβδομη μέρα) η οποία δεν ακολουθεί τον παραπάνω κανόνα. Η μικρή ελάτωση ή μη αύξηση της ισχύς στα δείγματα αυτά πιθανόν να οφείλεται στην εμφάνιση μικροβιακής αλλοίωσης λόγω της μακροχρόνιας αποθήκευσης. Το φαινόμενο αυτό δεν το παρατηρήσαμε στα παραπάνω δείγματα όταν προσθέσαμε 5g (5% w/w) στεβιοσίδη. Παρατηρήθηκε όμως έντονα όταν η ποσότητα της στεβιοσίδης που προστέθηκε στη

ζελατίνη ήταν πολύ μικρότερη (0,02g και 0,075g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w και 20% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης). Παρατηρήσαμε επίσης ότι οι δυνάμεις που απαιτούνται για την παραμόρφωση των δειγμάτων με 2% w/w ζελατίνη είναι μικρότερες από τις δυνάμεις που απαιτούνται για να παραμορφώσουν τα δείγματα με 4% w/w ζελατίνη, αυτό είναι αναμενόμενο γιατί στη δεύτερη περίπτωση έχουμε διπλάσια συγκέντρωση ζελατίνης από ότι στην πρώτη περίπτωση.

Η κρυσταλλική ζάχαρη όταν προστίθεται σε διαλύματα ζελατίνης λόγω της τάσης της να απορροφά νερό ανταγωνίζεται με τα μόρια της ζελατίνης για τον διαλύτη (το νερό) με αποτέλεσμα τα μόρια της πρωτεΐνης να αλληλεπιδρούν με ακόμα μεγαλύτερη έκταση απ' ότι πριν την προσθήκη συνδιαλύτη. Γι' αυτό και τα δείγματα 4% w/w ζελατίνης με 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη είναι πιο ελαστικά από τα δείγματα 4% w/w ζελατίνης χωρίς συνδιαλύτη. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται επίσης αλλά σε μικρότερη έκταση για τα δείγματα 2% w/w ζελατίνης με 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη και 2% w/w ζελατίνης με 0% w/w κρυσταλλική ζάχαρη. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι την έβδομη ημέρα αποθήκευσης δεν εμφανίζονται φαινόμενα μικροβιακής αλλοίωσης στα δείγματα που περιέχουν κρυσταλλική ζάχαρη και αυτό εξηγείται από τον αντιμικροβιακό χαρακτήρα της κρυσταλλικής ζάχαρης (ενεργότητα νερού a_w) (Βαφοπούλου-Μαστρογιαννάκη, Α., 2003; Μπόσκου, Δ., 1997).

Κατά την προσθήκη κρυσταλλικής ζάχαρης στα δείγματα με 2% w/w και 4% w/w ζελατίνης δεν παρατηρείται ο κανόνας που θέλει πιο ισχυρές πηκτές ζελατίνης όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης και ίσως σε αυτό να παίζει σημαντικό ρόλο ο αφυδατικός χαρακτήρας της κρυσταλλικής ζάχαρης καθώς, και το ιξώδες της φάσης του νερού στα δείγματα αυτά (Holm, K. et al., 2009). Κατά την προσθήκη στη ζελατίνη (2% w/w ή 4% w/w), 5g (5% w/w) στεβιοσίδη, 0,02g και 0,075g στεβιοσίδης που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w και 20% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης, απαιτούνται μεγαλύτερες δυνάμεις για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους όσο αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης των δειγμάτων. Στα δείγματα ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη δεν παρατηρήθηκε πτώση της ισχύς της πηκτής την τελευταία μέρα αποθήκευσης των δειγμάτων (7^η ημέρα) κάτι που παρατηρήθηκε στα υδατικά μίγματα ζελατίνης με τις αντιστοιχίες γλυκύτητας της στεβιοσίδης (όπου οι ποσότητες της στεβιοσίδης ήταν πολύ μικρές) και στα δείγματα ζελατίνης χωρίς κάποιον συνδιαλύτη. Ίσως σε αυτό παίζουν ρόλο οι αντισηπτικές, αντιοικικές και αντιβακτηριακές ιδιότητες της στέβιας (Λόλας, Π.Χ., 2009).

Επιπρόσθετα τα δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη και με 4% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη είναι πιο εύθραυστα σε σχέση με τα δείγματα με 2% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης και με 4% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης. Σε αυτό σημαντικό ρόλο παίζει η μεγαλύτερη ποσότητα στεβιοσίδης που υπάρχει στο δείγμα. Σχετικά με τη δύναμη που απαιτείται για την παραμόρφωση των δειγμάτων 2% w/w ζελατίνης και 5g (5% w/w) στεβιοσίδης και με 4% w/w ζελατίνη και 5g (5% w/w) στεβιοσίδη είναι μικρότερη από τη δύναμη που απαιτείται για παραμόρφωση των δειγμάτων με 2% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης και με 4% w/w ζελατίνη και 0,02g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης.

Κατά την αντικατάσταση με στεβιοσίδης, άλλων γλυκαντικών ουσιών (υγρής γλυκόζης – φρουκτόζης – κρυσταλλικής ζάχαρης) που σχηματίζουν υδατικά μίγματα με ζελατίνη 2% w/w ή 4% w/w παρατηρήθηκαν τα εξής: α) όταν η ποσότητα της στεβιοσίδης είναι 5g (5% w/w) παρατηρήθηκε ότι για όλες τις ημέρες αποθήκευσης των δειγμάτων απαιτούνται μικρότερες δυνάμεις παραμόρφωσης για να εμφανιστεί το πρώτο σπάσιμο στη δομή τους από ότι για τις αντίστοιχες ημέρες αποθήκευσης των δειγμάτων ζελατίνης 2% w/w ή 4% w/w αλλά και των υδατικών μιγμάτων τους με 5% w/w υγρή γλυκόζη, με 5% w/w φρουκτόζη, με 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη και με 0,02g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 5% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης, και β) κατά την αποθήκευση των δειγμάτων ζελατίνης 2% w/w ή 4% w/w και των δειγμάτων της με 0,075g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 20% w/w κρυσταλλικής ζάχαρης, με 20% w/w υγρή γλυκόζη, με 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη και με 20% w/w φρουκτόζη παρατηρήσαμε ότι οι μικρότερες δυνάμεις για να εμφανιστούν τα πρώτα σπασίματα στις δομές των δειγμάτων απαιτήθηκαν από τα δείγματα ζελατίνης χωρίς συνδιαλύτη. Τα υδατικά μίγματα ζελατίνης με τις αντιστοιχίες γλυκύτητας της στεβιοσίδης είχαν παρόμοια συμπεριφορά με αυτή των άλλων υδατικών μιγμάτων ζελατίνης με τις άλλες γλυκαντικές ουσίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

10.1 Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

Από τα αποτελέσματα και τη συζήτηση που προηγήθηκαν μπορεί να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα (Δεν έγινε σύγκριση με στατιστική ανάλυση στο πείραμα επειδή η φύση του πειράματος δεν το επέτρεπε, απλά παρατίθενται οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών των 5 πληθυσμών διαφορετικής προέλευσης):

- 1) Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν φαίνεται ότι διέφεραν μεταξύ των πληθυσμών και στους τρεις χρόνους παρατηρήσεων 30, 60 ημέρες από τη μεταφύτευση και στη συγκομιδή.
- 2) Φαίνεται ότι το ύψος φυτού στις 30 ημέρες ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) και Καρδίτσα. Στις 60 ημέρες το ύψος φυτού φαίνεται ότι ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Καρδίτσα, Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Διετής Φυτεία (Βελεστίνο). Στη συγκομιδή τα υψηλότερα φυτά παρατηρήθηκαν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Καρδίτσα Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κατερίνη, Βελεστίνο και Κιλκίς οι οποίες ήταν 68,5, 66,3, 64,9, 64,6 και 62,9 cm, αντίστοιχα.
- 3) Το μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους στις 30 ημέρες παρατηρήθηκε με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Καρδίτσα. Ενώ το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων στις 30 ημέρες φαίνεται ότι ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κιλκίς, Κατερίνη, Βελεστίνο και Καρδίτσα. Στις 60 ημέρες το χλωρό βάρος στελέχους φαίνεται ότι ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Κατερίνη και Βελεστίνο. Στις 60 ημέρες το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Βελεστίνο, Κιλκίς και Κατερίνη. Στη συγκομιδή φαίνεται ότι το μεγαλύτερο χλωρό βάρος στελέχους είχαν με τη σειρά, οι πληθυσμοί προέλευσης Καρδίτσα, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), με ίδια βάρη Κατερίνη και Κιλκίς, και Βελεστίνο (209, 199, 186, 186 και 170 g/φυτό., αντίστοιχα). Το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φύλλων στη συγκομιδή φαίνεται ότι είχαν οι πληθυσμοί προέλευσης, με τη σειρά Κιλκίς, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Βελεστίνο και Κατερίνη (240, 236, 208, 197 και 195 g/ φυτό, αντίστοιχα).

4) Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους στις 30 ημέρες παρατηρήθηκε με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, με ίδια βάρη Κατερίνη και Καρδίτσα και Κιλκίς. Ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων (χαρακτηριστικό ιδιαίτερα επιθυμητό) στις 30 ημέρες φαίνεται ότι ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Καρδίτσα. Στις 60 ημέρες το ξηρό βάρος στελέχους φαίνεται ότι ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Κιλκίς, Βελεστίνο, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κατερίνη και Καρδίτσα. Στις 60 ημέρες το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Βελεστίνο, Κιλκίς και Κατερίνη. Στη συγκομιδή φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ξηρό βάρος στελέχους είχαν με τη σειρά, οι πληθυσμοί προέλευσης Καρδίτσα, Κατερίνη, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο και Κιλκίς (74, 70, 69, 68 και 66 g/φυτό, αντίστοιχα). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φύλλων στη συγκομιδή φαίνεται ότι είχαν οι πληθυσμοί προέλευσης, με τη σειρά Κιλκίς και Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) με ίδια βάρη, Καρδίτσα, Βελεστίνο και Κατερίνη (64, 64, 57, 55 και 54 g/φυτό, αντίστοιχα).

5) Το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φυτού στις 30 ημέρες παρατηρήθηκε με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Καρδίτσα. Ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτού στις 30 ημέρες φαίνεται ότι ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Κιλκίς, Κατερίνη και Καρδίτσα. Στις 60 ημέρες το χλωρό βάρος φυτού φαίνεται ότι ήταν μεγαλύτερο στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Κιλκίς, Βελεστίνο και Κατερίνη. Στις 60 ημέρες το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτού ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κιλκίς, Βελεστίνο, Καρδίτσα και Κατερίνη. Στη συγκομιδή φαίνεται ότι το μεγαλύτερο χλωρό βάρος φυτού είχαν με τη σειρά, οι πληθυσμοί προέλευσης Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κιλκίς, Καρδίτσα, Βελεστίνο και Κατερίνη (439, 427, 421, 385 και 377 g/φυτό, αντίστοιχα). Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος φυτού στη συγκομιδή φαίνεται ότι είχαν οι πληθυσμοί προέλευσης, με τη σειρά Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Καρδίτσα, Κιλκίς, Κατερίνη και Βελεστίνο (133, 131, 130, 124, και 123 g/φυτό, αντίστοιχα).

6) Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα επί τοις % σε Στεβιοσίδη στη συγκομιδή παρατηρήθηκε στους πληθυσμούς προέλευσης, με τη σειρά Κιλκίς και Κατερίνη με ίδια περιεκτικότητα, Καρδίτσα, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο) και Βελεστίνο. Η περιεκτικότητα επί τοις % σε Ρεμπαουδιοσίδη Α στη συγκομιδή φαίνεται ότι ήταν μεγαλύτερη στους πληθυσμούς

προέλευσης, με τη σειρά Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Βελεστίνο, Καρδίτσα, Κατερίνη και Κιλκίς. Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα επί τοις % σε στεβιοσίδη στη συγκομιδή ήταν με τη σειρά, στους πληθυσμούς προέλευσης Κατερίνη, Διετής Φυτεία (Βελεστίνο), Κιλκίς, Καρδίτσα και Βελεστίνο (9,2, 9,1, 9, 8,9 και 7,8 %, αντίστοιχα).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

10.2 Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

Από τα αποτελέσματα και τη συζήτηση που προηγήθηκαν μπορεί να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- 1) Στα δείγματα ζελατίνης 2% w/w χωρίς συνδιαλύτη και στο υδατικό μίγμα της με 0,075g στεβιοσίδη που αντιστοιχούν σε γλυκύτητα 20% w/w κρυσταλλική ζάχαρη παρατηρήθηκαν ενδείξεις για μικροβιακή αλλοίωση μετά από αποθήκευση επτά ημερών κάτι που δεν διαπιστώθηκε στο υδατικό μίγμα 2% w/w ζελατίνης με 5% w/w κρυσταλλική ζάχαρη. Αυτό οφείλεται μάλλον στον αντιμικροβιακό χαρακτήρα της κρυσταλλικής ζάχαρης κάτι που δεν εμφανίστηκε στα υδατικά μίγματα με στεβιοσίδη.
- 2) Τα δείγματα ζελατίνης 4% w/w με κρυσταλλική ζάχαρη είναι πιο ελαστικά στη δομή τους απ'ότι τα δείγματα 4% w/w ζελατίνη χωρίς συνδιαλύτη ή τα υδατικά μίγματα της ίδιας συγκέντρωσης ζελατίνης με 5g (5% w/w) στεβιοσίδη. Αυτό σημαίνει ότι η στεβιοσίδη διατηρεί το προφίλ παραμόρφωσης της ζελατίνης σε αντίθεση με τη κρυσταλλική ζάχαρη.
- 3) Η προσθήκη 5g (5% w/w) στεβιοσίδης σε διάλυμα ζελατίνης σχηματίζει υδατικά μίγματα, που απαιτούν μικρότερες δυνάμεις συμπίεσης για να εμφανιστούν τα πρώτα σπασίματα σε σχέση με όλους τους άλλους συνδιαλύτες, που χρησιμοποιήθηκαν στις ίδιες συγκεντρώσεις στην ερευνητική εργασία.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι κατά την αντικατάσταση από στεβιοσίδης άλλων γλυκαντικών υλών στα υδατικά μίγματα ζελατίνης προκύπτουν μηχανικές δομές (ελαστικότητα, ευθραυστότητα και δύναμη παραμόρφωση) οι οποίες είναι διαφορετικές ανάλογα με την συγκέντρωση της στεβιοσίδης. Επομένως, κατά την αντικατάσταση με στεβιοσίδης άλλων γλυκαντικών υλών στα τρόφιμα που είναι πιο πολυσύνθετα και πολυφασικά θα απαιτείται πολύ μεγάλη ερευνητική εργασία για να μπορέσουμε να αποκτήσουμε την ίδια δομή και παρόμοια ποιοτικά χαρακτηριστικά με τα αρχικά τρόφιμα. Ίσως εκτός από την προσθήκη στεβιοσίδης να είναι απαραίτητη και η ενίσχυση της δομής με άλλες ουσίες όπως κάποια άλλα βιοπολυμερή. Πάντως η εισαγωγή στεβιοσίδης σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής είναι απαραίτητη γιατί δεν προκαλεί προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου, αντίθετα έχει πολλές ιατρικές - θεραπευτικές ιδιότητες και δεν προσδίδει θερμίδες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Βαφοπούλου-Μαστρογιαννάκη, Α. 2003.** Βιοχημεία Τροφίμων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ. 17-18, 85, 87-103.
- **Εγχειρίδιο Ασφάλειας-Λογισμικό, 2007.** AEGIS. Version GR 2.0.
- **Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, 2008.** Δ/ση Διατροφικής Πολιτικής & Ερευνών.
- **Καρδούλης, Α. Γ. 2003.** Αλφαβητικό και Θεματικό Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό Τροφίμων και ποτών, σελ. 95, 123-124, 228, 266, 293,361.
- **Λόλας, Π. Χ. 2007.** Agrenda 56ο φύλλο.
- **Λόλας, Π. Χ. 2009.** Το Φυτό, Ιδιότητες, Χρήσεις Έρευνας στην Ελλάδα, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 15, 23, 24, 25, 29, 59, 65, 67, 118, 124.
- **Μήτσιος, Ι. Κ., Τούλιος, Μ. Γ., Χαρούλης, Α.Θ., Γάτσιος, Φ., και Φλωράς, ΣΤ. 2000.** Εδαφολογική Μελέτη και Εδαφολογικός χάρτης του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου, Εκδόσεις: Zymel, σελ. 31.
- **Μπιλιαδέρης, Κ. Γ. 1998.** Φυτικοχημεία Τροφίμων, Εκδόσεις Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, σελ. 147-183.
- **Μπόσκου, Δ. 1997.** Χημεία Τροφίμων, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 42-47, 106-113.
- **Πανέρας, Ε. Δ. 1992.** Γεωργική Τεχνολογία και Επιστήμη Τροφίμων, σελ. 15-21, 24-25, 69-70, 89-90.
- **Στρουθόπουλος, Θ. 2006.** Γεωπονικό Λεξικό Ερμηνεία και Απόδοση όρων στα ελληνικά, αγγλικά, γαλλικά και γερμανικά, Εκδόσεις Αγρότυπος, σελ.106,121,164, 273, 325, 407-408, 424.
- **Lackie, J.M., Dow, J.A.T., Ζιούδρου, Χ. και Σταματόπουλος, Κ. 2002.** Ερμηνευτικό Λεξικό Κυτταρικής και Μοριακής Βιολογίας, Ιατρικές Εκδόσεις, σελ. 64, 129, 170, 182, 281, 308, 341, 403.

- **Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberie, P., Ραφαηλίδης, Σ. Ν., Παπαγεωργίου, Μ. Δ., και Βάρναλης, Α. Ι. 2006.** Χημεία Τροφίμων 3^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, σελ. 136, 181, 424, 437-439, 504-505.

ΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΔΙΑΤΡΙΒΕΣ

- **Παπαευαγγέλου, Φ. 2007.** Αποτελεσματικότητα-Εκλεκτικότητα ζιζανιοκτόνων σε μία νέα καλλιέργεια την *Stevia rebaudiana*, Πτυχιακή Διατριβή, σελ. 21.
- **Σαρακατσάνου, Α. 2008.** Αποτελεσματικότητα-Εκλεκτικότητα ζιζανιοκτόνων σε μία νέα καλλιέργεια την *Stevia rebaudiana*, Πτυχιακή Διατριβή, σελ. 29-30.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

- **Giannouli, Persephoni 2001.** Segregative interactions in biopolymer gelation, PhD, pp. 62-63, 75-76

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Alais, C. and Linden, G. 1991.** Food Biochemistry. West Sussex, UK: Ellis Horwood.
- **Alvarez, M. 1984.** *Stevia rebaudiana* Bert. estado atual do conhecimento, Universidade Estadual de Maringa, Maringa. pp. 118.
- **Alvarez, M. and Couto, A.C.C. 1984.** Processo de fracionamento dos componentes das folhas da *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni (Fundação Universidade Estadual de Maringá), Patent, Brazil, protocol No. 84 02 752.
- **Andolfi, L., Ceccarini, L. and Macchia, M. 2002.** Bio-agronomic characteristics of *Stevia rebaudiana*. Informatore Agrario. 58: 48-51.
- **Ash, M. and Ash, I. 1997.** Handbook of Food Additives. Brookfield, VT: Gower Publishing.
- **Barathi, N. 2003.** *Stevia* – The calorie free natural sweetener. Natural Product Radiance. 2: 120-122.
- **Basuki, S. 1990.** - Effects of black plastic mulch and plant density on the growth of weeds and of *Stevia*. Biotrop Special Publication. 38: 107-113.

- **Bertonha, A., Muniz, A. S., Carneiro, J. W. P., Martins, E. N., Jabur, I. C. and Thomaz, S. I. 1984.** “Estudo de cultivo, reproducao e selecao das varietades mais productivas de *Stevia rebaudiana*, en solos do norte de Prana,” (2nd ed.), Maringa, UEM. pp. 103.
- **Bertoni, M.S. 1905.** La Kaa He e-Sa nature et ses propietes. Anal cient paraguayos. 5: 1-14.
- **Bloom, O.T. 1925.** Machine for testing jelly strength of glue, gelatins, and the like. US Patent #1,540,979. Assigned to Swift.
- **Bondarev, N. I., Nosov, A. M. and Kornienko, A. V. 1998.** Effects of exogenous growth regulators on callusogenesis and growth of cultured cells of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Russian Journal of Plant Physiology. 45: 770-774.
- **Bian, Y.M. 1981.** Studies on *Stevia rebaudiana* – a new sweet – tasting plant: Refining stevioside and determination of its concentration [Chinese]. Plant Physiology Communications. 3: 15-17.
- **Brandle, J. E. and Rosa, N. 1992.** Heritability for yield. Leaf: stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*. Canadian Journal Plant Science. 72: 1263-1266.
- **Brandle, J. E., Starratt, A. N. and Gijzen, M. 1998.** *Stevia rebaudiana*: Its agricultural, biological, and chemical properties [Review]. Canadian Journal of Plant Science. 78: 527-536.
- **Budavari, S. 1996.** Merck Index, (12th ed.) Whitehouse Station, NJ: Merck.
- **Carakostas, M.C., Curry, L.L., Boileau, A.C. and Brusick, D.J. 2008.** Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. Food and Chemical Toxicology. 46: S1–S10.
- **Carneiro, J. W. P., Muniz, A. S. and Guedes, T. A. 1997.** Greenhouse bedding plant production of *Stevia rebaudiana* (Bert) bertoni. Canadian Journal of Plant Science. 77: 473-474.

- **Cerna, K. 2000.** Physiological changes in *Stevia rebaudiana* (Bertoni) leaves caused by root sphere conditions. In “Abs. 4th International Conferene on Ecophysiology of Plant Production Process in Stress conditions,” September 12-14, Rackova dolina, Slovakia.
- **Chalapathi, M. V., Shivaraj, B., Parama, V. R. R. and Rama Krishna Prama, V. R. 1997a.** Nutrient uptake and yield of *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) as influenced by methods of planting and fertilizer levels. *Crop Research* 14: 205 – 208.
- **Chalapathi, M. V., Thimmegowda, S., Rama Krishna Prama, V. R. and Prasad, T. G. 1997b.** Natural non-calorie sweetener *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni): A future crop of India. *Crop Research*. 14: 347-350.
- **Chatsudthipong V. and Muanprasat, C. 2009.** Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology and Therapeutics*. 121: 41–54.
- **Chen, K., Chang, T. R. and Chen, S. T. 1978.** Studies on the cultivation of *Stevia* and seasonal variations of stevioside. *China Gartenbau*. 24: 34-42.
- **Clark, Allan. 1992.** Biopolymer gelation. *Food Chemistry*. 63: 1162-1170.
- **Cole, B. 2000.** Gelatin, in F.J. Francis (ed.) *Encyclopedia of Food Science and Technology*. New York: Wiley. 2: 1183-1188.
- **Columbus, M. 1997.** “The Cultivation of *Stevia*, Nature’s Sweetener,” QMAFRA, Ontario, Canada. pp. 4.
- **Donalisio, M. G., Duarte, F. R. and Souza, C. J. 1982.** *Estevia* (*Stevia rebaudiana*). *Agronômico, Campinas (Brazil)*. 34: 65-68.
- **Duke, J. 1993.** *Stevia rebaudiana* (Bert.). In “CRC Handbook of Alternative Cas Crops” (J. Duke, Ed.), CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 422-424.
- **Dwivedi, R. S. 1999.** Unnurtured and untapped sweet non-sacchariferous plant species in India. *Current Science*. 76: 1454-1461.

- **Ermakov, E. I. and Kotechetov, A. A. 1996.** Specific features in growth and development of Stevia plants under various light regimes to regulate conditions. Doklady Rossiitskoi Akademii Sel'Skokhozyaisivennykh Nauk. 0: 8.
- **European Commission. 1999.** Opinion on Stevia rebaudiana plants and leaves. Scientific Committee on Food. CS/NF/STEV/3 Final Dt. June 17.
- **Filho, L. O. F., Malavilta, E., De Sena, J. O. A. and Carneiro, J. W. P. 1997.** Uptake and accumulation of nutrients in Stevia (Stevia rebaudiana). Micronutrients. Scientia Agricola. 54: 23–30.
- **Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences. 1996.** Food Chemicals Codex 4th Ed. Washington, DC: National Academy Press.
- **Fronza, D. and Folegatti, M. V. 2002.** Determination of water requirement of Stevia rebaudiana using capillary ascension microlysimeter. In “Proc. 18th International Congress on Irrigation and Drainage, Food Production, poverty Alleviation and Environmental Challenges as Influenced by Limited Water Resources and Population Growth, Montreal, Canada, Volume 1A.” International Commision on Irrigation and Drainage, New Delhi, India.
- **Fronza, D. and Folegatti, M. V. 2003.** Water consumption of the Stevia (Stevia rerbaudiana (Bert.) Bertoni) crop estimated through microlysimeter. Scientia Agricola. 60: 595-599.
- **Garono, L.E., Kramer, F. and Steigmann, A.E. 1956.** Gelatin extraction process. US Patent #2,743,265. Assigned to General Foods.
- **Gass, T. 2001.** Petition for amending the National List of the USDA's National Organic Program. Washington, DC: USDA/AMS/TM/NOP.
- **Goenadi, D. H. 1983.** Water tension and fertilization of Stevia rebaudiana on oxic tropudalf soil. Menara Perkebunan. 51:85-90.
- **Goenadi, D. H. 1985.** Effect of FYM, NPK, and liquid organic fertilizers of Stevia rebaudiana (Bert.). Menara Perkebunan. 53: 29-34.
- **Goenadi, D. H. 1987.** Effect of slope position on growth of Stevia rebaudiana in Indonesia. Communications in plant Science and Analysis. 18: 1317-1328.

- **Goettemoeller, J. and Ching, A. 1999.** Seed germination in *Stevia rebaudiana*. In *Perspectives on new crops and new uses*” (J. Janick, Ed.). ASHS press, Alexandria, VA. pp. 510-511.
- **Gonzalez, R. E. 2000.** Necesidad de agua para el cultivo de KAA HEE (*Stevia rebaudiana* Bert) bajo riego por goteo, calculado sobre la base de lectura de microlisímetro. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo Monografía (Graduacion). pp. 37.
- **Goto, A. 1997.** Estudo da influência do rebaudiosídeo A na solubilidade do esteviosídeo e análise sensorial dos produtos obtidos, M.S. thesis, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brazil.
- **Grenby, T.H. 1991.** Intense sweeteners for the food industry an overview. *Trends in Food Science and Technology*. 2: 2-6.
- **Hinterwaldner, R. 1977a.** Raw Materials, in Ward, A.G. and A. Courts. 1977. *The Science and Technology of Gelatin*. London, UK: Academic. pp. 295-314.
- **Hinterwaldner, R. 1977b.** Technology of Gelatin Manufacture, in Ward, A.G. and A. Courts. *The Science and Technology of Gelatin*. London, UK: Academic. pp. 315-364.
- **Holm, K., Wendin, K. and Hermansson, Anne-Marie. 2009.** Sweetness and texture perceptions in structured gelatin gels with embedded sugar rich domains. *Food Hydrocolloids*. 23: 2388–2393.
- **Hoyle, F. C. 1992.** A Review of Four Potential new Crops for Australian Agriculture. Department of Agriculture, perth. pp. 34.
- **Hudson, C.B. 1994.** Gelatine – Relating structure and chemistry to functionality, in K. Nishihari and E. Doi, *Food Hydrocolloids: Structures, Properties, and Functions*. New York: Plenum.
- **Igoe, R.S. 1983.** *Dictionary of Food Ingredients*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- **Ishiba, C., Yokoyama, T. and Tani, T. 1982-** Black spot disease of stevia caused by *Alternaria*. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. 48: 44-51.

- **Jackson, M.C., Francis, G.J. and Chase, R.G. 2006.** High yield method of producing rebaudioside A. US patent application 0083838.
- **Jenner, M.R. 1989.** Progress in Sweeteners. In: Grenby, T. (Ed.). Elsevier, London. pp. 121–141.
- **Jia, G. N. 1984.** An experiment on the cultivation of *Stevia rebaudiana* (Bert.). Shanxi Agricultura Science Shanxi Nongye Kexue. 1: 20-21.
- **Katayama, O., Sumida, T., Hayashi, H. and Mitsuhashi, H. 1976.** “The Practical Application of Stevia and R and D data,” ISU Co., Japan. pp. 747.
- **Kawatani, T., Kaneki, Y. and Tanabe, T. 1977.** On the cultivation of Kaa-hee (*Stevia rebaudiana* Bert.). Japanese Journal of Tropical Agriculture. 20: 137-142.
- **Kawatani, T., Kaneyi, Y., Tanabe, T. and Takahashi, T. 1980.** On the cultivation of Kaa-hee (*Stevia rebaudiana* Bert.). Response of to potassium fertilization rates and to the three major elements of fertilizer. Nettarei Nogyo. 24: 105-112.
- **Keenan, T.R. 1994.** Gelatin, in J. Kroschwitz (ed.) Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. New York: Wiley. 12: 406-416.
- **Kenney and Ross LTD.** Process Flow Diagram. Port Saxson, SN. Canada Bot IWO.
- **Kinghorn, A. D. and Soejarto, D. D. 1985.** Current status of stevioside as a sweetening agent for human use. In H. Wagner, H. Hikino, & N. R. Farnsworth (Eds.), Economic and Medical Plant Research. London: Academic Press. pp. 1–52.
- **Komissarenko, N.F., Derkach, A.I., Kovalyov, I.P. and Bublik, N.P. 1994.** Diterpene glycosides and phenylpropanoids of *Stevia rebaudiana* Bertoni: Rast, Research. 1: 53–64.
- **Kroyer, G. Th. 1999.** The Low Calorie Sweetener Stevioside: Stability and Interaction with Food Ingredients. Lebensm.-Wiss. u.-Technology. 32: 509-512.
- **Ledward, D.A. 2000.** Gelatin, in G.O. Phillips and P.A. Williams Food Hydrocolloids. Boca Raton: CRC. pp. 67-86.
- **Lee, J. I., Kang, K. H., Park, H. W., Ham, Y. S. and Park, C. H. 1980.** Studies on the new sweetening source plant, *Stevia rebaudiana* in Korea. EVects of

fertilizer rates and planting density on dry leaf yields and various agronomic characteristics of *Stevia rebaudiana*. Research Reports of the OYce of Rural Development (Crop Suwon). 22: 138–144.

- **Lester, T. 1999.** *Stevia rebaudiana*. Sweet leaf. The Australian New Crops Newsletter. 11: 1.
- **Leuenberger, B.H. 1991.** Investigation of the viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins. Food Hydrocolloids. 5: 353-361.
- **Lewis, W.H. 1982.** Early uses of *stevia rebaudiana* (Asteraceae) leaves as a sweetener in Paraguay. Economic Botany. 46: 336–337.
- **Lima, F. O. F. and Malavolta, E. 1997.** Nutritional interactions in *Stevia* (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni). Arquivos de Biologia e Tecnologia Curitiba. 40: 351-357.
- **Lovering, N.M. and Reeleder, R.D. 1996.** - First report of *Septoria steviae* on *Stevia* in North America. Plant Disease. 80: 959.
- **Magalhaes, P.M. 2000.** Agrotecnologia para el cultivo de estevia ohierba dulce. In “Fundamentos de Agrotecnologia de Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas,” CYTED-CAB, Bogota. pp. 441-450.
- **Magomet, M.H., Tomov, T., Somann, T. and Abelyan, V.H. 2007.** Process for manufacturing a sweetener and use there of US patent application 0082103.
- **McWilliams, M. 2001.** Foods--Experimental Perspectives. (4th ed.) Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- **Metivier, J. and Viana, A. M. 1979.** The effect of long and short day length upon the growth of whole plants and the level of soluble proteins, sugars and stevioside in leaves of *Stevia rebaudiana*. Journal of Experimental Botany. 30: 1211-1222.
- **Midmore, D. J. and Rank, A. H. 2002.** A new rural industry *Stevia* to replace imported chemical sweeteners. Rural Industries Research and Development Corporation. pp. 50.
- **Miyagawa, H., Fujikowa, N., Kohda, H., Yamasaki, K., Taniguchi, K. and Tanaka, R. 1986.** Studies on the tissue culture of *Stevia rebaudiana* and its components: Induction of shoot primordial. Planta Medica. 4: 321-324.

- **Mizukami, H., Shiba, K. and Ohashi, H. 1983.** Effect of temperature on growth and stevioside formation of *Stevia rebaudiana*. *Shoyakugaku Zasshi*. 37: 175-179.
- **Monteiro, R. 1986.** Taxonomia e biologia da reproducao de *Stevia rebaudiana*. Campinas. Dissertacan (Mestrado). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Maringa. pp. 104.
- **Monteiro, W. R., Castro, M. D. R., Viveiros, S. C. M. and Mahlberg, P. G. 2001.** Development and some histochemical aspects of foliar glandular trichomes of *Stevia rebaudiana*, Asteraceae. *Revista basileira de Botanica*. 24: 349-357.
- **Murayama, S., Kayano, R., Miyazato, K. and Nose, A. 1980.** Studies on the cultivation of *Stevia rebaudiana*.II. EVects of fertilizer rates, planting density and seedling clones on growth and yield. *Science Bulletin of the College of Agriculture, University of the Ryukyus, Okinawa*. 27: 1–8.
- **Nabors, L. O B. 2001.** Alternative sweeteners third edition revised and expanded. Chapter 10.
- **Naghski, J. 1982.** Processing and utilization of hides and skins, in I.A. Wolff (ed.) *CRC Handbook of Processing and Utilization in Agriculture Animal Products*. 1: 573-605.
- **Oddone, B. 1997.** “How to Grow Stevia. Technical Manual.” Guarani Botanicals, Pawtucket, CT.
- **Oddone, B. 1999.** How to Grow Stevia, Guarani Botanicals, Inc.: Pawcatuck, Connecticut. pp. 1-30.
- **Pasquel, A., Meireles, M. A. A., Marques, M. O. M. and Petenate, A. J. 2000.** Extraction of stevia glycosides with CO₂+water, CO₂+ethanol, and CO₂+water+ethanol. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 17: 271–282.
- **Peterson, E.M. and Johnson, A. 1978.** *Encyclopedia of Food Science*. Westport, CT: AVI.
- **Pol, J., Varadova Ostra, E., Karasek, P., Roth, M., Benesova, K. and Kotlarikova, P. et al. 2007.** Comparison of two different solvents employed for pressurised fluid extraction of stevioside from *Stevia rebaudiana*: methanol versus water. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 388: 1847–1857.

- **Poppe, J. 1997.** Gelatin, in A. Imeson (ed.) Thickening and Gelling Agents for Food (2nd ed.). London: Blackie Academic and Professional. pp. 144-168.
- **Potter, N.N. and Hotchkiss, J.H. 1998.** Food Science (5th ed.) Gaithersburg, MD: Aspen.
- **Prakash, I., DuBois, G.E., Clos, J.F., Wilkens, K.L. and Fosdick, L.E. 2008.** Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. Food and Chemical Toxicology. 46: S75–S82.
- **Prakash, I., DuBois, G.E., King, G.A. and Upreti, M. 2007a.** Rebaudioside A composition and method for purifying rebaudioside. US patent application 0292582.
- **Prakash, I., Clos, J. and DuBois, G.E. 2007b.** Unpublished results. The Coca-Cola Company, Atlanta, GA, USA.
- **Randi, A.M. 1980.** Germinacao de Stevia rebaudiana Bert. (Masters Thesis), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- **Richard David, 1999.** Stevia rebaudiana Nature's sweet secret (3th ed). pp. 7-8.
- **Sakaguchi, M. and Kan, T. 1982.** As pesquisas japonesas com Stevia rebaudiana (Bert) Bertoni e o estevio sideo. Ciencia e Cultura (Sao Oaulo). 34: 235-248.
- **Sardesai, V.M. and Waldshan, T.H. 1991.** Natural and synthetic intense sweeteners. Journal of Nutritional Biochemistry. 2:236-244.
- **Savita, S., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A. and Ramakrishna, P. 2004.** Stevia rebaudiana – A Functional Component for Food Industry. Journal of Human Ecology. 15: 261-264.
- **Sheu, B. W., Tamai, F. and Motoda, Y. 1987.** Effects of boron on the growth, yield and contents of stevioside and rebaudioside A of Stevia rebaudiana. Journal Agricultural Science. (Japan). 31: 265-272.
- **Shock, C.C. 1982.** Experimental cultivation of Rebaudis Stevia in California. Agronomy Progress Report 122.
- **Shuping, C. and Shizhen, S. 1995.** Study on storage technique on Stevia rebaudiana seed. Acta Agronomica Sinica. 21: 102-105.

- **Sikach, V.O. 1998.** Effects of nutrient media on physiological peculiarities of *Stevia rebaudiana* Bertoni plants cultivated in vitro. *Fiziologiya i Biokhimiya Kul'turnykh Rastenii*. 30: 294-299.
- **Soil Taxonomy by Soil Survey Staff, 1992.** SMSS Technical Monograph, (5th ed). Inc. Blacksburg, Virginia. Pocahontas Press. pp. 541.
- **Son, R. O. F., Malavolta, E., De Sena, J. O. A. and Sheep, J. W. P. 1997.** Uptake and accumulation of nutrients in *Stevia* (*Stevia rebaudiana*). *Macronutrients. Scientia Agricola*. 54: 1.
- **Sumida, T. 1973.** Reports on *Stevia rebaudiana* Bertoni. Introduced from Brazil as a new sweetness resource in Japan. *Misc. Pub. Hokkaido Natl. Exp. Sta.* 2: 79-83.
- **Sumida, T. 1980.** Studies on *Stevia rebaudiana* Bertoni as a possible new crop for sweetening resource in Japan. *Journal of the Central Agricultural Experiment Station*. 31: 1-71.
- **Sunk, T. 1975.** Studies on *Stevia rebaudiana* like *Edulcorante*. *Japan Journal of Crop Science*.
- **Szczesniak, A. S. 1963.** Classification of textural characteristic. *Journal of Food Science*. 28: 385-389.
- **Tadhani, M.B., Patel, V.H. and Subhash, R. 2007.** In vitro antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 323–329.
- **Tateo, F., Mariotti, M., Bononi, M., Lubian, E., Martello, S. and Cornara, L. 1998.** Stevioside content and morphological variability in a population of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni from Paraguay. *Italian Journal of Food Science*. 10: 261-267.
- **Tateo, F., Sanchez, E., Bononi, M. L. and Lubian, E. 1999.** Stevioside content of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni grown in East Paraguay. *Italian Journal of Food Science*. 11: 265-269.

- **Torr, D. 1954.** Method of producing a food product from scrap particles of hide. US Patent #2,676,168. Assigned to Charles Ely.
- **Tressler, D.K. and Joslyn, M.A. 1954.** The Chemistry and Technology of Fruit and Vegetable Juice Production. New York: AVI.
- **US FDA. 1997.** FDA Center of Biologics Evaluation and Research, Transmissible Spongiform Encephalopathies Advisory Committees. Transcript of Meeting April 23.
- **Utumi, M. M., Monnerat, P. H., Pereira, P. R. G., Fontes, P. C. R. and Godinho, V. de. P. C. 1999.** Macronutrient deficiencies in *Stevia rebaudiana*: Visual symptoms and effects on growth, chemical composition and stevioside production. *Pesquisa Agropecuria Brasileira*. 34: 1039-1043.
- **Vargas, R. 1980.** Informe sobre viaje al Japón para observar la producción, comercializaación eindustrialización de la planta *Stevia rebaudiana* Bertoni Asunción, Julio.
- **Veis, Arthur. 1964.** The Macromolecular Chemistry of Gelatin. Academic Press NY, pp. 6-44.
- **Vernon, J., Glass, S. and Weaver, S. 1939.** Manufacture of gelatin. US Patent #2,184,494. Assigned to Imperial Chemical Industries.
- **Vine, R., Harkness, E., Browning, T. and Wagner, C. 1999.** Winemaking from Grape Growing to Market Place. Gaithersburg, MD: Aspen.
- **Wheeler, A., Boileau, A.C., Winkler, P.C., Compton, J.C., Prakash, I., Jiang, X. and Mandarino, D.A. 2008.** Pharmacokinetics of rebaudioside A and stevioside after single oral doses in healthy men. *Food and Chemical Toxicology*. pp. XX.
- **Young, N.D. and Wilkens, K., 2007.** Study of descriptive analysis of rebaudioside A, aspartame and sucrose in water at room temperature, Unpublished results. The Coca-Cola Company, Atlanta, GA, USA.
- **Zaidan, L. B. P., Dietrich, S. M. C. and Felipe, G. M. 1980.** Effect of photoperiod on flowering and stevioside content in plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Japanese Journal of Crop Science*. 49: 569-574.

- **Zhao, Y. G. 1985.** The effect of microelements on *Stevia rebaudiana*. Zhejiang Agricultura Science Zhejiang Nongye Kexue. 1: 44-45.
- **Zubenko, V.F., Rogovskii, S.V. and Pedos, V.P. 1990.** Causal agents of diseases of *Stevia*. [Russian]. Subtropicheskie Kul'Tury. 5: 149-156.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

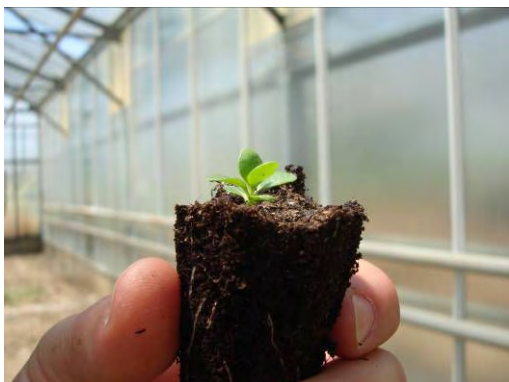
- <http1://www.agronews.gr>
- <http2://www.underwoodgardens.com/images/Stevia.JPG>
- http3://www.rolv.no/images/planteleksikon/S/stevia_rebaudiana.jpg
- <http4://www.mountainvalleygrowers.com/images/sterebaudianaleavesclose.jpg>
- <http5://www.jeevanherbs.com/stevia.html>
- <http6://prairieoakpublishing.com/images/stevia%20seeds%20penny%20200%20dpi%20jpg.jpg>
- http7://www.chem.uoa.gr/chemicals/chem_steviol.htm
- <http8://upload.wikimedia.org/wikipedia/hu/e/e7/Steviol.PNG>
- http9://niscair.res.in/ScienceCommunication/RnDNewsLetters/csirnews2k7/csirnews_15nov07.pdf
- <http10://www.rain-tree.com/index.html>
- <http11://theteachick.com/wp-content/uploads/2009/01/stevialeaf.jpg>
- http12://vt-fiddle.com/shop/images/stevia_leaf.jpg
- http13://image.ec21.com/image/daepyeong/oimg_GC00000001_CA03357470/Stevia_Extract_Reb_A_97%25.jpg
- <http14://www.vitadiscount.com/vitasprings/stevia-concentrate-liquid-wisdom-natural.jpg>
- <http15://www.topnews.in/health/files/protein-rich-food.jpg>
- <http16://www.ldmj.com/images/j1.gif>
- <http17://www.chemistry.uoc.gr>
- <http18://www.cookuk.co.uk/images/gelatine.jpg>
- <http19://www.speakpeppery.com/wp-content/uploads/2008/06/starch.jpg>
- <http20://www.feinberg.northwestern.edu>
- <http21://pf.pstatic.gr/Pathfinder/News/articles/60/2498160.jpg>
- http22://www.teiath.gr/stetrod/food_technology/olig_polys.pdf

- <http23://img373.imageshack.us/img373/3766/sucrosevb9.gif>
- **Allam, A. I., Nassar, A.M. and Besheit, S.Y. 2001.** nile.enal.sci.eg /ArcJournal /uga.htm.
- **Brewers Resource. 2001.** Included in the petition (Gass, 2001). www.brewtek.com/finings_article.html.
- **Taiariol, D. R. 2004.** Characterization of the rebaudiana Stevia Bert. <http://www.monografias.com/trabajos13/Stevia/stevia.html>.
- **Food and Drug Administration (FDA), 2007.** Letter Department of Health and Human Services. Food and Drug Administration to Hain Celestial Group Inc., Washington, DC. < (www.fda.gov/foi/warning_letters/s6500c.htm)>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας

Μέρος Α: Χαρακτηριστικά των καλλιεργηθέντων φυτών της στέβιας



**Εικόνα 1: Κοτυληδόνας στέβιας
στις 22 Μαΐου 2009**



**Εικόνα 2: Ριζικό σύστημα στέβιας
στις 22 Μαΐου 2009**



**Εικόνα 3: Κοτυληδόνας στέβιας στις
22 Μαΐου 2009**



**Εικόνα 4: Φυτό στέβιας
στις 22 Μαΐου 2009**



**Εικόνα 5: Σπορόφυτα στέβιας έτοιμα
για μεταφύτευση στις 15 Μαΐου 2009**



**Εικόνα 6: Μεταφύτευση Διετής
Φυτεία (Βελεστίνιο) στέβιας στις 15
Μαΐου 2009**



**Εικόνα 7: TSWV στο αριστερό φυτό
στέβιας 26 Ιουνίου 2009**



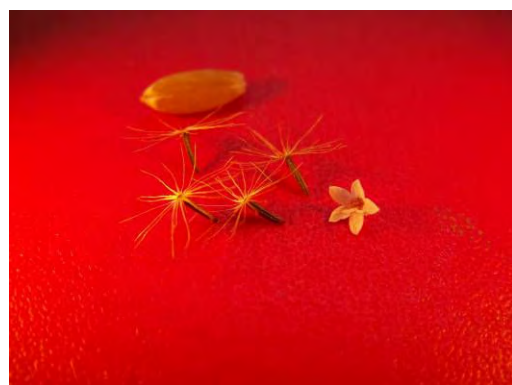
**Εικόνα 8: Φυτό στέβιας
στις 26 Ιουνίου 2009**



**Εικόνα 9: Αλτερνάρια στο φυτό
στέβιας στις 12 Ιουνίου 2009**



**Εικόνα 10: Σκόνη φύλλων στέβιας
στις 2 Σεπτεμβρίου 2009**



**Εικόνα 11: Σπόρος και άνθος
στέβιας στις 22 Σεπτεμβρίου 2009**



Εικόνα 12: Γενική άποψη του πειράματος στις 17 Ιουλίου 2009



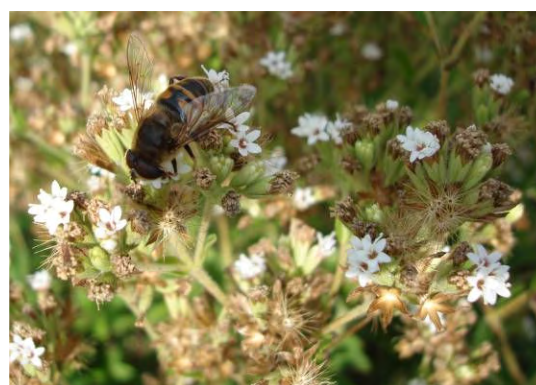
Εικόνα 13: Ανθισμένο φυτό στέβιας στις 26 Αυγούστου 2009



Εικόνα 14: Ανθισμένο και σποροποιημένο φυτό στέβιας στις 2 Σεπτεμβρίου 2009



Εικόνα 15: Πεταλούδα σε ανθισμένο φυτό στέβιας στις 1 Νοεμβρίου 2009



Εικόνα 16: Μέλισσα σε ανθισμένο και σποροποιημένο φυτό στέβιας στις 1 Νοεμβρίου 2009



Εικόνα 17: Γενική άποψη του πειράματος στις 1 Αυγούστου 2009



Εικόνα 18: Αδρομύκωση στο φυτό στέβιας στις 27 Αυγούστου 2009



Εικόνα 19: Αδρομύκωση στο φυτό στέβιας στις 26 Αυγούστου 2009



Εικόνα 20: Γενική άποψη του πειράματος στις 13 Οκτωβρίου 2009

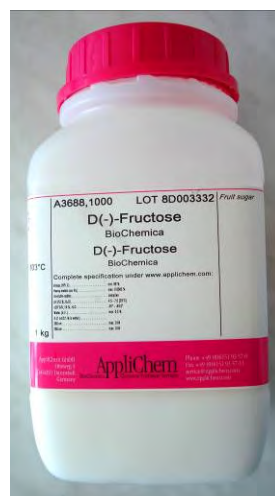
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα

Μέρος Β: Στέβια και τρόφιμα



Εικόνα 21: Ζελατίνη



Εικόνα 22: Φρουκτόζη



Εικόνα 23: Υγρή γλυκόζη



Εικόνα 24: Κρυσταλλική ζάχαρη



Εικόνα 25: στεβιοσίδη



**Εικόνα26: Δείγμα 2%
ζελατίνη στο
μηχάνημα Αναλυτή Υφής
ADMET's eXpert-D
DIGITAL CONTROLLER**



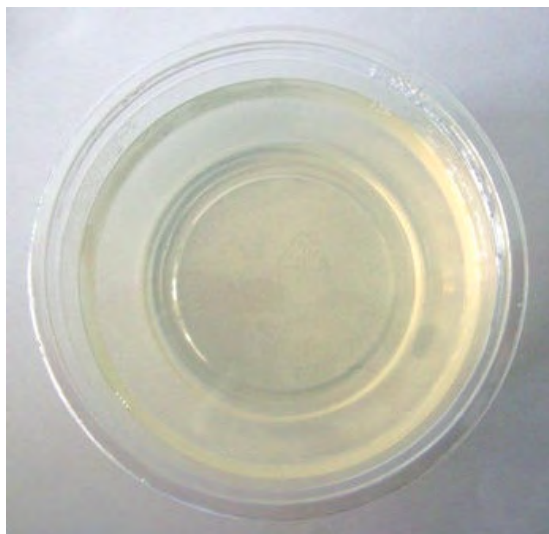
**Εικόνα27: Δείγμα 4%
ζελατίνη στο
μηχάνημα Αναλυτή Υφής
ADMET's eXpert-D
DIGITAL CONTROLLER**



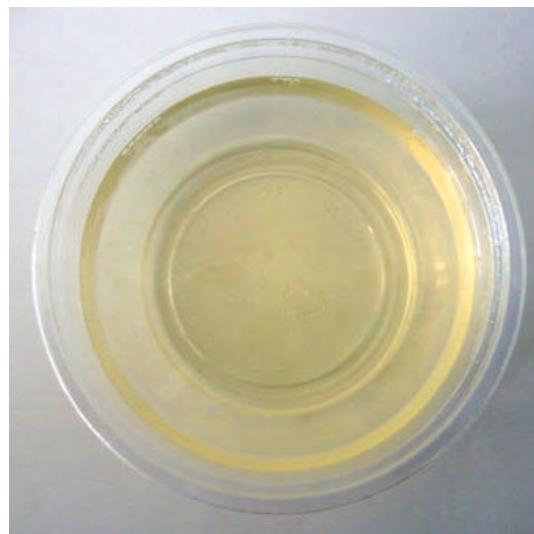
**Εικόνα 28: Προετοιμασία δείγματος
2% ζελατίνη και 20% κρυσταλλική
ζάχαρη**



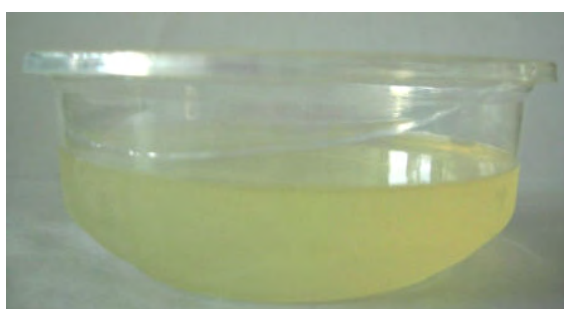
**Εικόνα 29: Προετοιμασία δείγματος
4% ζελατίνη και 5% υγρή γλυκόζη**



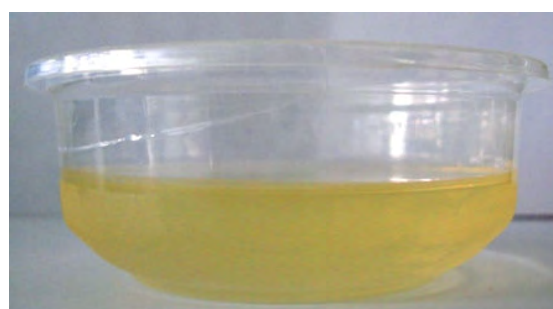
**Εικόνα 30: Δείγμα 2% ζελατίνη και
0,02g στεβιοσίδη αντιστοιχία
γλυκύτητας 5% w/w κρυσταλλική
ζάχαρη (πρώτη μέρα) 21 Απριλίου
2010**



**Εικόνα 31: Δείγμα 4% ζελατίνη και
0,075g στεβιοσίδη αντιστοιχία
γλυκύτητας 20% w/w κρυσταλλική
ζάχαρη (πέμπτη μέρα) 17 Μαρτίου
2010**



**Εικόνα 32: Δείγμα 2% ζελατίνη και
5% κρυσταλλική ζάχαρη (πέμπτη
μέρα) 10 Σεπτεμβρίου 2009**



**Εικόνα 33: Δείγμα 4% ζελατίνη και
20% φρουκτόζη (έκτη μέρα) 2
Δεκεμβρίου 2009**